

PCT

ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE  
Bureau international



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

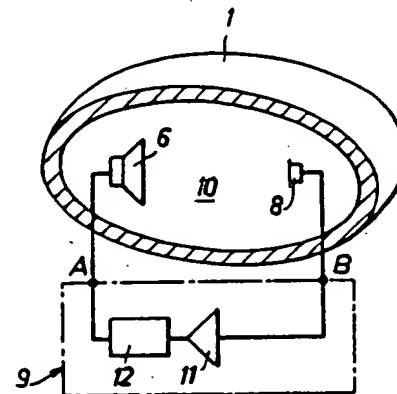
(51) Classification internationale des brevets <sup>4</sup> : <b>G10K 11/16, A61F 11/02</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 87/ 05430</b> (43) Date de publication internationale: 11 septembre 1987 (11.09.87)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR87/00056 (22) Date de dépôt international: 6 mars 1987 (06.03.87) (31) Numéro de la demande prioritaire: 86/03394 (32) Date de priorité: 7 mars 1986 (07.03.86) (33) Pays de priorité: FR  (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): CEN- TRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTI- FIQUE - C.N.R.S. [FR/FR]; 15, quai Anatole France, F-75007 Paris (FR).  (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : CARME, Chris- tian, A. [FR/FR]; 22, boulevard Rey, F-13009 Mar- seille (FR). ROURE, Alain, E. [FR/FR]; Villa 6, Les Jardins de Montbrun, F-13011 Marseille (FR).		(74) Mandataire: CABINET BEAU DE LOMENIE; 14, rue Raphaël, F-13008 Marseille (FR).  (81) Etats désignés: BR, FI, JP, NO, US.  Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifica- tions sont reçues.</i>

(54) Title: METHODS AND DEVICES TO IMPROVE THE INTELLIGIBILITY OF ELECTROACOUSTIC COMMUNICATIONS

(54) Titre: PROCÉDES ET DISPOSITIFS POUR AMÉLIORER L'INTELLIGIBILITÉ DES COMMUNICATIONS ELECTRO-ACOUSTIQUES

(57) Abstract

Methods and devices for attenuating external noise reaching the tympanum while enabling an electroacoustic communication to be effected. A device according to the invention comprises, about each ear, a passive attenuation means which delimits cavity (10). It further comprises an active attenuation means comprised of a loud speaker (6) placed inside the cavity (10), and a microphone (8) placed in the auditory meatus or at the inlet thereof, and which are interconnected by a constant gain amplifier (11) and by an active analog filter (12) of the polynomial type, of which the passive components are designed so that it performs a predetermined transfer function. An application is the construction of sound damping head-sets fitted with an incorporated loudspeaker allowing electroacoustic communications to be established.



(57) Abrégé

Des procédés et des dispositifs pour atténuer les bruits externes parvenant au tympan tout en permettant une communication par voie électro-acoustique. Un dispositif selon l'invention comporte autour de chaque oreille, un moyen d'atténuation passif qui délimite une cavité (10). Il comporte, en outre, un moyen d'atténuation actif composé d'un haut-parleur (6) placé à l'intérieur de la cavité (10), et d'un microphone (8) placé dans le conduit auditif ou à l'entrée de celui-ci, lesquels sont reliés entre eux par un amplificateur à gain constant (11) et par un filtre analogique actif (12) de type polynomial, dont les composants passifs sont calculés pour qu'il réalise une fonction de transfert déterminée. Une application est la construction de casques d'insonorisation équipés d'un haut-parleur incorporé permettant une communication électro-acoustique.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	ML	Mali
AU	Australie	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BE	Belgique	HU	Hongrie	NL	Pays-Bas
BG	Bulgarie	IT	Italie	NO	Norvège
BJ	Bénin	JP	Japon	RO	Roumanie
BR	Brésil	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République Centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CH	Suisse	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	TD	Tchad
DE	Allemagne, République fédérale d'	MC	Monaco	TG	Togo
DK	Danemark	MG	Madagascar	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande				

Procédés et dispositifs pour améliorer l'intelligibilité des communications électro-acoustiques.

La présente invention a pour objet des procédés et des  
5 dispositifs pour atténuer les bruits d'origine externe parvenant au tympan et améliorer l'intelligibilité des communications électro-acoustiques.

Le secteur technique de l'invention est celui de la construction des protections acoustiques de l'oreille.

10 On connaît des moyens d'insonorisation passifs tels que les casques ou coquilles que l'on place sur les oreilles pour protéger les personnes appelées à séjourner dans une ambiance très bruyante. De tels moyens sont utilisés par exemple par les ouvriers travaillant dans certains ateliers, par les conducteurs de véhicules très  
15 bruyants (avions, chars....), par le personnel au sol des aéroports etc.....

Ces casques comportent généralement une coquille en un matériau absorbant qui enveloppe l'oreille.

Dans ce type d'isolation acoustique, les ondes sonores  
20 aériennes incidentes sont atténuées par réflexion et par absorption dans la masse du matériau qui fait fonction d'écran passif.

L'expérience montre que les moyens d'insonorisation passifs sont peu efficaces pour les sons graves, surtout dans la plage des fréquences inférieures à 500 Hz. En effet, pour être efficaces à  
25 de telles fréquences, ces casques exigeraient des densités ou des

On connaît des casques d'isolation acoustique qui comportent, en outre, un haut-parleur ou un transducteur électro-acoustique incorporé à l'intérieur de chaque coquille qui permet à l'utilisateur  
30 d'entendre des messages qui lui sont transmis par voie électro-acoustique.

Le problème à résoudre est d'améliorer l'efficacité des casques et autres moyens d'insonorisation passifs en adjoignant à ceux-ci, un dispositif qui permet d'améliorer l'atténuation des  
35 sons d'origine externe dans la bande des fréquences où le dispositif passif est peu efficace.

On connaît par ailleurs, des dispositifs dits atténuateurs acoustiques actifs qui permettent d'atténuer certains sons en les

faisant interférer avec d'autres sons que l'on crée en opposition de phase avec les sons à atténuer.

Les premières tentatives qui se situent vers 1953 - 1956 ont été décrites par OLSON et MAY.

5 L'atténuateur acoustique actif proposé par ces auteurs comporte un microphone relié à un haut-parleur par un amplificateur électronique, de sorte que le haut-parleur produit dans la cavité une pression antagoniste de celle de l'onde incidente captée par le microphone. Dans le cas où l'onde incidente est un bruit aléatoire,  
10 l'atténuation obtenue par ce procédé n'est pas très bonne et, de plus, ce procédé entraîne des instabilités dues à des résonances sur certaines fréquences (effet LARSEN).

Des travaux inspirés de ceux d'OLSON ont été publiés en 1955-1956 par HAWLEY et SIMSHAUER. Pour éviter les résonances dues  
15 à la contre-réaction acoustique, HAWLEY propose de réaliser des casques d'insonorisation qui atténuent uniquement certains bruits gênants qui sont soit des sons harmoniques purs, soit des bruits à bande très étroite. De tels casques ne peuvent atténuer que des bruits déterminés à l'avance et ils ne permettent pas d'atténuer des  
20 bruits se situant dans une plage de fréquences étendue.

CHAPLIN et SMITH dans INTER NOISE 1983, pages 399 et 403 décrivent un dispositif anti-bruit qui permet d'atténuer des sons harmoniques en les faisant interférer avec un son synchrone et en opposition de phase qui est engendré par un synthétiseur piloté par  
25 une électronique numérique. Ces dispositifs qui utilisent un son synchrone du son à atténuer, ne peuvent servir qu'à atténuer un bruit composé d'une fréquence pure et de ses harmoniques. La variation en fréquence du son doit être lente pour que le traitement numérique puisse corriger la fréquence du signal de contre-réaction.  
30 La nécessité d'avoir un signal de synchronisation impose de réaliser un anti-bruit pour chaque source de bruit. L'électronique numérique est complexe et lourde à mettre en oeuvre. Ce procédé n'est donc pas utilisable pour améliorer l'efficacité de moyens d'insonorisation passifs destinés à être utilisés dans des lieux très bruyants  
35 dans des champs sonores comportant essentiellement des bruits aléatoires.

Le brevet FR. 75/34.024 (A.N.V.A.R.) décrit des dispositifs absorbeurs acoustiques actifs qui permettent d'atténuer des ondes

acoustiques planes se propageant le long d'un conduit.

Le brevet FR. 83/13.502 décrit un dispositif de régulation d'une chaîne électro-acoustique selon lequel on incorpore entre l'organe de lecture et le haut-parleur, un filtre ayant une  
5 fonction de transfert inverse de la fonction de transfert de l'ensemble constitué par les enceintes et par le local d'écoute.

Le filtre utilisé est un filtre numérique programmable non récursif, du type convolveur muni d'un échantillonneur d'entrée.

Ce brevet décrit également des moyens pour atténuer les  
10 bruits qui se propagent le long d'un guide, lesquels moyens comportent un microphone relié à plusieurs haut-parleurs par une chaîne électronique comportant un filtre du type filtre numérique convolveur, qui fait subir aux signaux électriques le filtrage adéquat pour obtenir la minimisation du bruit.

15 Les moyens décrits dans ces documents antérieurs nécessitent des adaptations importantes pour pouvoir être utilisés en combinaison avec des moyens d'insonorisation passifs portatifs, du type casques ou bouchons d'oreille.

Le dernier document antérieur décrit des atténuateurs  
20 acoustiques actifs comportant un filtre numérique qui réalise une réduction de la puissance acoustique de la fonction de transfert d'une chaîne électro-acoustique. Une telle solution comportant un filtre numérique exige l'utilisation en temps réel d'une unité de calcul et constitue une solution onéreuse qui est difficilement  
25 utilisable avec des moyens d'insonorisation passifs débranchables.

Le brevet U.S. A. 4.494.074 (BOSE) décrit des écouteurs comportant un microphone et un transducteur électro-acoustique reliés par une boucle de contre-réaction comportant un préamplificateur, un additionneur de signaux, des circuits de compensation comportant des  
30 filtres et un amplificateur qui excite le transducteur.

Le brevet G.B. A. 2.160.070 (PLESSEY) décrit des atténuateurs de bruits actifs associés à un écouteur. Les atténuateurs comportent un microphone relié à un transducteur électro-acoustique par une boucle de contre-réaction comportant un amplificateur inverseur.

35 Le brevet DE. A. 2.925.134 (SENNHEISER ELECTRONIC K.G.) décrit des dispositifs de protection active contre les bruits externes qui comportent un microphone relié à un transducteur émetteur électro-acoustique par une boucle de contre-réaction représentée

schématiquement qui comporte un amplificateur et qui peut comporter un filtre réglable passe-haut ou passe-bas.

Certains de ces documents antérieurs mentionnent la présence d'un filtre dans la boucle de contre-réaction, mais aucun ne précise comment on choisit ledit filtre et la fonction de transfert de celui-ci pour obtenir la meilleure atténuation possible.

Un objectif de la présente invention est de procurer des moyens d'atténuation actifs associés à des moyens qui délimitent une cavité autour de l'oreille, qui comportent un filtre dont la fonction de transfert est déterminée à partir de la fonction de transfert en boucle ouverte de ladite cavité pour obtenir une bonne atténuation active dans une large plage de fréquences, englobant notamment les graves pour lesquels les dispositifs d'insonorisation passifs sont peu efficaces.

Les procédés selon l'invention pour atténuer les bruits d'origine externe parvenant au tympan sont du type dans lequel on associe à chaque oreille un moyen d'insonorisation passif qui délimite avec celle-ci une cavité et on dispose à l'intérieur de ladite cavité un transducteur électro-acoustique et un microphone qui sont reliés l'un à l'autre par une boucle de contre-réaction comportant un amplificateur à gain constant et un filtre qui constituent un insonorisateur actif.

L'objectif de l'invention est atteint au moyen d'un procédé selon lequel la fonction de transfert  $C(\omega)$  du filtre est une fonction polynomiale complexe et on mesure d'abord la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  de l'ensemble formé par le transducteur, le microphone et la cavité délimitée par ledit moyen d'insonorisation passif et l'oreille puis on calcule les coefficients de ladite fonction polynomiale  $C(\omega)$  pour que le produit du gain constant dudit amplificateur par le module de ladite fonction de transfert en boucle ouverte  $|H(\omega)|$  et par le module de la fonction de transfert dudit filtre  $|C(\omega)|$  soit beaucoup plus grand que 1 dans la plage de fréquences où ledit moyen d'insonorisation passif est peu efficace tout en conservant la stabilité du système de contre-réaction.

Un dispositif selon l'invention pour atténuer les sons d'origine externe comporte des moyens d'insonorisation passifs qui délimitent une cavité avec chaque oreille et comporte, en outre, un transducteur électro-acoustique et un microphone qui sont disposés

à l'intérieur de ladite cavité et qui sont reliés l'un à l'autre par une boucle de contre-réaction comportant un amplificateur à gain constant et un filtre avec lequel ils constituent un atténuateur de sons actif.

5 L'objectif de l'invention est atteint au moyen d'un dispositif dans lequel la fonction de transfert  $C(\omega)$  du filtre est une fonction polynomiale complexe telle que le produit du module  $|C\omega|$  par le module  $|H(\omega)|$  de la fonction de transfert en boucle ouverte et par le gain  $K$  de l'amplificateur soit supérieur à un dans toute la plage des  
10 fréquences à atténuer.

L'invention a pour résultat des moyens permettant d'améliorer l'efficacité des casques et autres moyens d'insonorisation passifs analogues en leur associant un atténuateur de sons actif comportant, dans la boucle de contre-réaction, un filtre qui permet d'optimiser  
15 l'efficacité d'un moyen d'insonorisation passif dans une large plage de fréquences.

On sait que les moyens d'insonorisation passifs atténuent mal les sons graves, c'est-à-dire les sons ayant une fréquence inférieure à 500 Hz qui sont très présents dans certains bruits, par  
20 exemple dans les bruits de moteurs de véhicules.

Les dispositifs selon l'invention permettent d'améliorer, entre autres, l'atténuation des sons grâce à une boucle de contre-réaction comportant un amplificateur à gain constant et un filtre qui est, de préférence, un filtre analogique de type polynomial dont les  
25 caractéristiques sont telles que la pression acoustique que totale dans la cavité, donc au tympan, et la pression acoustique due aux bruits externes ayant traversé le moyen d'insonorisation passif reste faible dans toute la plage des fréquences que l'on désire atténuer.

30 La réalisation des filtres analogiques polynomiaux est une technique bien connue de l'homme de l'art.

Le module de la fonction de transfert globale d'une boucle de contre-réaction selon l'invention est égal au produit du gain constant ( $K$ ) de l'amplificateur, par le module  
35 de la fonction de transfert  $|C(\omega)|$  du filtre et par le module de la fonction de transfert  $|C(\omega)|$  en boucle ouverte c'est-à-dire mesurée entre l'entrée du transducteur et la sortie du microphone.

On sait mesurer et tracer le module et l'argument de la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  en injectant un signal de bruit blanc à l'entrée du transducteur et en envoyant simultanément sur un analyseur spectral ledit signal et le signal émis par le microphone.

Connaissant le module et l'argument de la fonction de transfert en boucle ouverte d'un moyen d'atténuation passif équipé d'un transducteur électro-acoustique et d'un microphone ayant une disposition déterminée, il est possible, après calcul, de déterminer les valeurs des composants passifs d'un filtre pour que le module de la fonction de transfert de celui-ci évolue suivant une loi déterminée dans une plage de fréquences que l'on désire atténuer tout en vérifiant le critère de stabilité, de telle sorte qu'il ne se produise aucune résonance due à un "accrochage" ou effet LARSEN.

Les dispositifs selon l'invention permettent d'atténuer aussi bien des bruits continus que des bruits impulsifs, c'est-à-dire des bruits tels que ceux qui sont provoqués par des chocs ou des détonations dont l'amplitude varie très rapidement. Ceci est possible car le traitement en électronique utilisé est en temps réel.

La description suivante se réfère aux dessins annexés qui représentent, sans aucun caractère limitatif, des exemples de réalisation de l'invention.

La figure 1 est une vue d'ensemble schématique d'un dispositif d'insonorisation selon l'invention.

La figure 2 est une coupe d'une oreille équipée d'un dispositif selon l'invention.

La figure 3 est une vue schématique des composants d'un dispositif selon l'invention.

La figure 4 est un diagramme représentant le module du spectre sonore à l'intérieur d'un casque passif déterminé, lorsque le bruit extérieur est un bruit blanc.

La figure 5 est un diagramme qui montre l'atténuation obtenue par un dispositif selon l'invention.

La figure 6 est une vue schématique des composants d'un dispositif selon l'invention destiné à permettre l'audition de messages transmis par voie électro-acoustique.

La figure 7 est une coupe d'une oreille équipée d'un dispositif selon l'invention.



La figure 1 représente schématiquement un dispositif selon l'invention placé sur les oreilles d'un sujet en vue d'atténuer les bruits externes perçus par celui-ci.

Ce dispositif comporte des moyens d'insonorisation passifs qui sont constitués, par exemple, par deux coquilles 1d, 1g qui enveloppent chaque oreille et qui sont reliées entre elles par un arceau 2 pour former un casque. Les coquilles 1d, 1g sont appliquées contre les côtés de la tête avec lesquels elles délimitent chacune une cavité dans laquelle le pavillon de l'oreille est enfermé. Cette cavité qui est fermée est composée de deux cavités, la première correspondant à l'intérieur de la coquille et la deuxième à la cavité auditive limitée par le pavillon, le conduit auditif et le tympan..

Les coquilles 1d, 1g constituent un dispositif d'insonorisation passif qui réfléchit et absorbe une partie des ondes acoustiques et qui atténue les bruits parvenant à l'oreille. Les coquilles 1d, 1g peuvent être remplacées par tout autre dispositif d'insonorisation passif, par exemple par des bouchons placés à l'entrée des conduits auditifs. Dans ce cas la cavité fermée est composée d'une première demi-cavité semi-ouverte, formée par le bouchon d'oreille avec ses transducteurs miniaturisés et d'une deuxième demi-cavité formée par le conduit auditif et le tympan.

L'expérience montre que les dispositifs d'insonorisation passifs n'atténuent pas bien les sons graves.

La figure 4 est un diagramme qui représente en abscisses la fonction de transfert  $H(\omega)$  du dispositif de transfert entre un microphone placé dans un casque passif selon la figure 1 et un bruit blanc extérieur.

On rappelle que la fonction de transfert  $H(\omega)$  est une fonction complexe qui exprime le rapport entre la transformée de FOURIER  $S(\omega)$  d'un signal sortant d'un dispositif et la transformée de FOURIER  $E(\omega)$  du signal appliqué à l'entrée de ce dispositif, donc :

$$H(\omega) = \frac{S(\omega)}{E(\omega)}.$$

La figure 4 indique donc pour chaque fréquence contenue dans le bruit extérieur, le niveau mesuré en décibels relatifs du bruit à l'intérieur de la cavité délimitée par une des coquilles 1d ou 1g. On voit que pour les fréquences inférieures à 600 Hz, l'atténuation obtenue est moins bonne que pour les fréquences plus

élevées.

Le problème à résoudre est d'adjoindre à un dispositif d'insonorisation passif, un moyen d'insonorisation actif permettant d'atténuer principalement les fréquences qui échappent à l'atténuation passive, étant précisé que le moyen actif permet aussi d'améliorer l'atténuation des fréquences plus élevées qui sont déjà atténuées par le moyen passif.

La figure 2 est une coupe d'une oreille sur laquelle on voit le conduit auditif 3, le tympan 16 et le pavillon 4 qui est placé à l'intérieur d'une coquille isolante 1 comportant une garniture 5 en matériau cellulaire, qui est appliquée contre la peau autour du pavillon de l'oreille.

La figure 2 représente un transducteur électro-acoustique 6, par exemple un petit haut-parleur qui est supporté par une cloison 7 fixée sur la coquille isolante 1. La face émissive du haut-parleur 6 est dirigée vers l'oreille. Elle est placée sensiblement en face de l'entrée du conduit auditif 3 et, de préférence, à faible distance de cette entrée, par exemple à une distance de l'ordre de quelques centimètres. Le transducteur 6 est relié par un conducteur électrique à une borne A.

La figure 2 représente, en outre, un microphone 8 qui est disposé dans le conduit auditif 3 ou bien entre la face émissive du haut-parleur 6 et l'entrée du conduit auditif 3 et qui est relié par un conducteur à une borne B.

La figure 1 représente un boîtier 9 qui contient les composants électroniques et les circuits reliant respectivement la borne A à la borne B pour une oreille et la borne A' à la borne B' pour l'autre oreille.

La figure 3 est une représentation schématique de principe sur laquelle on a représenté en coupe, une cavité fermée 10, qui correspond au couplage de la cavité ouverte de la coquille avec la cavité ouverte de l'oreille, dans laquelle sont placés un transducteur électro-acoustique 6 et un microphone 8. Le microphone 8 est relié au transducteur 6 par un circuit électronique comportant un amplificateur 11 à gain constant K et un filtre analogique 12 de type actif, c'est-à-dire un filtre composé d'amplificateurs sélectifs associés à des composants passifs (capacité ou résistances).

On retrouve sur la figure 3 les bornes A et B

représentées sur les figures 1 et 2.

Il se produit dans le conduit auditif une interférence entre deux pressions acoustiques antagonistes.

La première pression est due aux bruits qui proviennent de l'extérieur à travers la coquille 1 et qui ont été plus ou moins atténués selon les fréquences. Après transformation de FOURIER, cette pression acoustique peut être représentée par une fonction complexe  $P_o(\omega)$ , où  $\omega$  est la pulsation correspondant à chaque fréquence  $f(\omega = 2\pi f)$ .

La deuxième pression est celle qui résulte des ondes émises par le transducteur 6 à partir des signaux émis par le microphone 8 amplifiés par l'amplificateur 11 et transformés par le filtre 12. Le circuit partant du microphone, passant par l'amplificateur, le filtre et le haut-parleur et revenant à l'entrée du microphone, constitue une boucle de contre-réaction qui se referme dans le conduit auditif.

On désigne par  $P(\omega)$  la fonction complexe représentant la transformée de FOURIER de la pression résultante.

On désigne par  $K$  le gain constant de l'amplificateur.

On désigne par  $H(\omega)$  la fonction de transfert en boucle ouverte entre les points A et B.

On désigne par  $C(\omega)$  la fonction de transfert du filtre 12.

Considérant qu'on est en présence d'une boucle de contre-réaction fermée, on peut écrire, en utilisant les transformées de FOURIER, que la pression totale  $P(\omega)$  est égale à la somme de la pression incidente  $P_o(\omega)$  et de la pression due à la contre-réaction qui est égale à :  $K.H(\omega).C(\omega).P(\omega)$ .

On aboutit donc aux équations :

$$(1) \quad P(\omega) = P_o(\omega) + K.H(\omega).C(\omega).P(\omega)$$

d'où

$$(2) \quad \frac{P(\omega)}{P_o(\omega)} = \frac{1}{1 - K.H(\omega).C(\omega)}$$

Cette équation montre qu'on peut atténuer dans une plage de fréquences déterminée la pression acoustique  $P(\omega)$  parvenant à l'oreille si on peut arriver à réduire dans toute cette plage le rapport  $\frac{P}{P_o}$  c'est-à-dire à obtenir une valeur du produit complexe  $K.H(\omega).C(\omega)$  très supérieure à 1, tout en évitant les phénomènes de résonance sur certaines fréquences. En effet, il ne servirait à rien d'atténuer les bruits dans une plage de fréquences si par ailleurs on

créait des bruits parasites encore plus gênants par effet LARSEN.

L'examen de l'équation (2) montre que si l'on pouvait réaliser un filtre ayant une fonction de transfert  $C(\omega) = H^{-1}(\omega)$  dans toute une plage de fréquences donnée, il suffirait de choisir un amplificateur ayant un gain  $K$  très élevé pour obtenir une très bonne atténuation des bruits dans cette plage de fréquences.

Il est possible d'approcher une fonction de transfert inverse de la fonction de transfert en boucle ouverte en utilisant des filtres numériques associés à une unité de calcul, mais c'est une solution encombrante, onéreuse et ne permettant pas de travailler en temps réel comme le nécessite le système de contre-réaction.

Le filtre 12 utilisé dans un dispositif selon les figures 1 à 3 est un filtre analogique d'encombrement et de coût réduits, qui ne permet pas de réaliser une fonction de transfert inverse de la fonction de transfert en boucle ouverte.

La fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  peut être mesurée en supprimant le coffret 9, en envoyant sur la borne A un signal électrique d'entrée qui correspond à un bruit blanc et en recueillant en B le signal électrique de sortie émis par le microphone 8.

Il suffit d'envoyer simultanément les deux signaux électriques d'entrée et de sortie sur un analyseur spectral qui est programmé pour effectuer une analyse numérique des deux signaux et pour calculer la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  correspondant à des fréquences discrètes.

L'analyseur spectral comporte un écran sur lequel il affiche, d'une part, les variations du module de la fonction de transfert en boucle ouverte, d'autre part, les variations de phase de la fonction de transfert en boucle ouverte.

L'analyse spectrale montre que la fonction de transfert en boucle ouverte, c'est-à-dire le rapport entre les transformées de FOURIER du signal de sortie au point B et du signal d'entrée au point A dépend beaucoup de la forme et du volume de la cavité 10 et également des positions respectives et par rapport à la cavité du transducteur 6 et du microphone 8.

Les études réalisées en laboratoire ont montré que l'on pouvait réduire les variations du module de la fonction de transfert en boucle ouverte et les déphasages.

En effet, plutôt que d'utiliser la fonction de transfert en

boucle ouverte  $H(\omega)$  telle quelle, il est possible d'optimiser cette fonction de transfert avant le traitement électronique. Optimiser une fonction de transfert existante dans une boucle de contre-réaction, permet d'obtenir une atténuation acoustique active plus importante et ce, sur une plage de fréquences plus large. L'optimisation de la fonction de transfert en boucle ouverte revient à réaliser une "pseudo-linéarisation" de celle-ci, de telle sorte que le module et la phase de  $H(\omega)$  soient constants et que le déphasage soit faible dans la plage de fréquences à atténuer selon le principe de l'invention. Ainsi, plus la fonction de transfert  $H(\omega)$  est "linéaire" et plus le traitement électronique pour la contre-réaction est simplifié.

Le procédé proposé pour optimiser la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  consiste en une succession d'étapes. Tout d'abord (cf-figures 2&3) on divise la cavité 10 en deux cavités à l'aide d'une cloison 7 (dans le cas d'un haut-parleur peu ou pas bafflé) où la "cavité avant" correspond à l'ensemble constitué par les éléments 3, 4, 5, 6, 7, 16 et la "cavité arrière" correspond à l'ensemble formé par les éléments 1, 6, 7, puis on place le microphone 8 dans la "cavité avant" décrite précédemment soit en avant du haut-parleur et à proximité de l'entrée du conduit auditif, soit à l'intérieur de celui-ci, puis on place le microphone à faible distance du haut-parleur dans la cavité arrière, on réduit au maximum le volume de la cavité 10 afin d'éviter les effets de résonance et d'antirésonance.

La fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  pouvant être relativement différente selon les formes géométriques de l'enceinte 10 et les positions du transducteur 6 et du microphone 8, dans la pratique, pour améliorer, par un système actif, l'insonorisation d'une coquille passive 1, de forme et de nature déterminées, il faut commencer par déterminer et fixer la position du transducteur 6 et du microphone 8 à l'intérieur de la coquille 1, pour mesurer ensuite au moyen d'un analyseur spectral, la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  de cet ensemble d'éléments qui est posé sur l'oreille.

La figure 7 représente une coupe schématique d'un autre mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention. Les parties homologues à celles de la figure 2 sont représentées par les

mêmes repères.

Dans le mode de réalisation selon la figure 7, on intercale entre la cloison 7 et le pavillon d'oreille 4 et à l'intérieur de la garniture 5, une pièce annulaire 15 qui délimite une cavité intermédiaire 15a. Avantageusement, cette pièce 15 sert de support du microphone 8 qui peut être disposé dans un évidement de la pièce 15 comme le montre la figure 7 ou bien juxtaposé à ladite pièce 15.

Selon les plages de fréquences à atténuer, on peut optimiser la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  par un moyen de filtrage acoustique. Si l'on désire atténuer par exemple les basses fréquences, une pièce annulaire 15 fixée contre la cloison 7 produit un filtrage acoustique par un effet de cavité. Dans l'exemple selon la figure 7, les rapports des diamètres, des épaisseurs, de l'ouverture de l'écran (baffle) 7, de la pièce annulaire 15 et du conduit auditif 3, définissent un filtre acoustique passe-bas. On peut donc ainsi modéliser la fonction de transfert  $H(\omega)$  en calculant et en réalisant un préfiltrage acoustique avant le traitement électronique.

On calcule les dimensions de la pièce intermédiaires 15 et de la cavité intermédiaire 15a qu'elle délimite, de telle sorte que le rapport entre les dimensions de ladite cavité intermédiaire et des cavités avant et arrière séparées par la cloison 7, conduise à un filtrage acoustique dont la bande passante correspond à la plage de fréquences à atténuer.

De préférence, la face active du microphone est orientée vers la face émissive du haut-parleur afin d'optimiser la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$ .

Une fois la fonction de transfert  $H(\omega)$  établie, on calcule un filtre 12 pour qu'il réalise une fonction de transfert  $C(\omega)$  telle que le produit du gain constant  $K$  de l'amplificateur 11 par le module de la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  et par le module de la fonction de transfert  $C(\omega)$  du filtre 12 soit beaucoup plus grand que 1 à l'intérieur de la plage de fréquences où l'on désire améliorer l'atténuation du bruit externe. Cette condition n'est pas suffisante. Il faut, de plus, vérifier le critère de stabilité afin d'éviter des phénomènes "d'accrochage acoustique" qui conduiraient à la production de bruits par suite de résonances

sur certaines fréquences (effet LARSEN).

Pour éviter l'effet LARSEN dû à des résonances, il faut que le critère de stabilité de NYQUIST qui est bien connu des électriciens soit rempli.

5 On rappelle brièvement que le critère de NYQUIST consiste à vérifier sur un graphique dit de NYQUIST que la fonction de transfert totale  $F(\omega)$  de l'ensemble des éléments d'un système ne coupe pas l'axe des parties réelles en un point d'abscisse supérieur à 1 pour toutes les fréquences du spectre d'audition.

10 Le tracé du graphique de NYQUIST consiste à porter en abscisses la partie réelle de la fonction de transfert et en ordonnées, la partie imaginaire.

Soit  $F(\omega)$  la fonction de transfert totale du système en boucle ouverte.

15 Soit  $|F(\omega)|$  le module et  $\phi(\omega)$  la phase de cette fonction.

Soit  $\Delta\phi$  la marge de stabilité en phase et  $\Delta\rho$  la marge de stabilité en module.

20 La marge de stabilité en phase  $\Delta\phi$  correspond aux variations en radians de la phase de la fonction de transfert  $F(\omega)$  dues à des retards parasites imprévisibles que la phase peut subir sans que le système devienne instable.

25 La marge de stabilité en module  $\Delta\rho$  correspond aux variations imprévisibles du module de la fonction de transfert  $F(\omega)$  que peut subir le système de contre-réaction sans pour autant devenir instable.

On démontre que l'on obtient, au moyen d'une boucle de contre-réaction électro-acoustique, une atténuation acoustique active dans une large bande de fréquences si et seulement si :

30  $|F(\omega_i)| > 1 - \Delta\rho$   
 et  $2K\pi + \Delta\phi < \phi(\omega_i) < 2K\pi - \Delta\phi$  avec  $K = 0, 1, 2, \dots$   
 si  $|F(\omega_i)| \leq 1 - \Delta\rho$

le système ne produit aucune atténuation active et, dans ce cas, le système est stable quelle que soit la valeur de la phase  $\phi(\omega)$ .

35 Si ces deux conditions sont remplies, les ondes acoustiques qui n'ont pas été arrêtées par le dispositif d'insonorisation passif 1 et qui parviennent à l'entrée du conduit auditif, interfèrent avec les ondes acoustiques émises par le haut-parleur 6 et cette

interférence conduit à une minimisation du rapport  $\frac{P}{P_0}$  entre le module  $P$  de l'onde acoustique résultante et le module  $P_0$  de l'onde acoustique incidente dans toute la plage de fréquences où le produit  $K \cdot |H(\omega)| \cdot |C(\omega)|$  est très supérieure à 1. De plus, il n'apparaît aucun son parasite dû à l'effet LARSEN.

Dans la pratique, le filtre utilisé est, de préférence, un filtre analogique actif, composé par exemple d'un ou plusieurs filtres en circuits intégrés ayant chacun une fonction de transfert polynomiale de la forme :

$$C(\omega) = \frac{a_1(\omega)^2 + a_2(\omega) + a_3}{b_1(\omega)^2 + b_2(\omega) + b_3}$$

Ce filtre comporte des résistances et/ou des capacités qui peuvent être connectées sur les bornes du circuit intégré et dont les valeurs peuvent être ajustées pour obtenir des valeurs déterminées des coefficients constants réels  $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$  de la fonction  $C(\omega)$ .

Les calculs permettant de construire des filtres polynomiaux ainsi que les formes des fonctions de transfert de ces filtres sont bien connus des électroniciens.

En général, les coefficients du dénominateur  $b_1, b_2, b_3$  sont fixés à l'avance et ils déterminent la fréquence de coupure et le coefficient de surtension  $Q$  du filtre et on fait varier  $a_1, a_2, a_3$  du numérateur pour déterminer la nature du filtre.

Si  $a_1$  et  $a_2$  sont égaux à zéro et  $a_3$  différent de zéro, on réalise un filtre passe-bas qui est intéressant car il réalise une fonction de transfert ayant un module élevé pour les basses fréquences. Mais un tel filtre produit une rotation de phase passant simultanément à  $0^\circ$  et  $\pm 180^\circ$  et ce, pour une fréquence inférieure à la fréquence de coupure où le module  $|C(\omega)|$  est  $> 1$ , ce qui conduit à un effet LARSEN, qui se produit dans notre cas à  $0^\circ$  si  $K$  est positif.

Si  $a_2$  et  $a_3$  sont nuls et  $a_1$  différent de zéro, on réalise un filtre passe-haut qui n'est pas intéressant car les sons à atténuer en priorité sont des sons graves et médium.

Si  $a_1$  et  $a_3$  sont nuls et  $a_2$  différent de zéro, on obtient un filtre passe-bande qui introduit une rotation de phase, par exemple de  $\pm 90^\circ$  à  $\mp 90^\circ$  sans passer par  $0^\circ$ , et par  $\pm 180^\circ$  lorsque le module du filtre, c'est-à-dire  $|C(\omega)|$  est le plus important, ce qui est intéressant car on ne risque pas d'engendrer un effet LARSEN



pour notre système.

Dans la pratique, lorsqu'on désire atténuer principalement les sons graves, on utilise, de préférence, des filtres mixtes qui combinent les effets d'un filtre passe-bande et d'un filtre passe-bas. On peut également associer en parallèle plusieurs circuits polynomiaux de type mixte (combinant passe-haut, passe-bas, passe-bande) ou uniquement des passe-bande.

La figure 5 est un diagramme qui représente en abscisses et en coordonnées logarithmique les fréquences audibles et en ordonnées, le niveau des pressions acoustiques exprimé en décibels. La courbe en traits pleins  $P_0$  représente le spectre de la pression acoustique  $P_0$  mesurée dans le cas où l'on utilise seulement un casque d'insonorisation passif qui atténue mal les fréquences inférieures à 1500 Hz. La courbe en traits mixtes  $P$  représente le spectre de la pression acoustique mesurée lorsque le même casque est associé à un atténuateur actif selon l'invention. Ici, l'électronique utilisée est un simple filtre analogique actif de type passe-bande.

Les pressions acoustiques ont été mesurées en présence d'un bruit blanc émis par une enceinte acoustique dans la bande comprise entre 20 Hz et 20000 Hz. Les pressions acoustiques sont mesurées à l'aide d'un petit microphone qui est introduit dans le conduit auditif le plus près possible du tympan et elles présentent donc les sons perçus par les oreilles. Les spectres  $P_0$  et  $P$  sont obtenus à l'aide d'un analyseur spectral qui applique aux mesures une transformation de FOURIER.

Le diagramme de la figure 5 représente les résultats moyens mesurés au cours de très nombreux essais. Ce diagramme montre que l'on obtient une atténuation comprise entre 0db et 8db dans une bande de fréquences comprises entre 20 Hz et 55 Hz, une très bonne atténuation comprise entre 0db et 50db dans une bande de fréquences comprises entre 65 Hz et 2000 Hz et une légère atténuation entre 3800 Hz et 20 000 Hz.

Il existe deux bandes de fréquences étroites entre 55 et 65 Hz et entre 2000 et 3800 Hz sans atténuation, dans lesquelles il y a même une légère augmentation du niveau du bruit qui reste inférieure à 6 db.

Avantageusement, on place en parallèle dans la boucle

de contre-réaction, plusieurs filtres passe-bande, par exemple des filtres d'ordre deux ou trois ayant des bandes passantes juxtaposées qui couvrent la majeure partie de la plate où la rotation de phase du système en boucle ouverte comprenant les filtres vérifie le critère de stabilité de Nyquist.

Ce montage en parallèle de plusieurs filtres présente l'avantage qu'il permet d'additionner les bandes passantes des filtres individuels en introduisant une rotation de phase qui est la moyenne des rotation de phase des filtres individuels et qui reste donc comprise entre  $-90^\circ$  et  $-270^\circ$  pour des filtres d'ordre deux entre  $-45^\circ$  et  $-315^\circ$  pour des filtres d'ordre trois, c'est-à-dire dans des domaines vérifiant le critère de stabilité de Nyquist.

Selon un exemple préférentiel, on utilise un filtre passe-bande avec un filtre passe-haut ayant même fréquence de coupure et même coefficient de surtension.

Ce résultat est obtenu en utilisant un circuit intégré associé à des résistances variables dont le réglage permet d'ajuster les trois coefficients  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  du numérateur de la fonction de transfert polynomiale.

Selon les cas, on peut ainsi obtenir soit un filtre passe-bande prédominant en privilégiant le coefficient  $a_2$  par rapport aux deux coefficients  $a_1$  et  $a_3$ , soit un filtre passe-bas prédominant en privilégiant le coefficient  $a_3$ .

Le filtre passe-haut contenu dans un tel filtre composé a pour effet de réduire la rotation de phase et de la faire tendre vers zéro pour les hautes fréquences sans modifier sensiblement l'allure du module, ce qui permet d'élargir la bande passante d'atténuation vers les hautes fréquences sans introduire d'instabilité et donc d'augmenter le niveau d'atténuation et la larguer de bande atténuée.

Au lieu d'associer trois filtres ayant même fréquences de coupure et même coefficient de surtension, on peut aussi monter en parallèle plusieurs filtres de type passe-bas, passe-bande et passe-haut ayant des fréquences de coupure différentes, telles que la fréquence de coupure la plus basse soit celle du filtre passe-haut et la plus haute, celle du filtre passe-bas et ayant des coefficient de surtension différents.

Cette association permet d'obtenir des bandes passantes à front plus raide que les précédents et dont la rotation de phase

tend vers zéro en dehors de la bande passante, aussi bien dans les fréquences élevées que dans les basses fréquences.

Tous ces réglages peuvent être faits en faisant d'abord une simulation numérique à partir de la fonction de transfert en  
5 boucle ouverte mesurée  $H(\omega)$  et, au besoin, en ajustant manuellement des résistances variables qui permettent de déterminer la fonction de transfert optimale  $C(\omega)$  du filtre.

Tous ces exemples montrent clairement les possibilités très étendues des procédés selon l'invention qui permettent d'obtenir des  
10 atténuateurs de sons actifs très performants qui peuvent être implantés sur des casques d'insonorisation existants ou sur des casques conçus spécialement pour recevoir de tels atténuateurs.

La courbe P1 de la figure 5 représente un exemple de courbe d'atténuation obtenue en associant en parallèle plusieurs  
15 filtres analogiques d'ordre deux de type passe-bas, passe-bande et passe-haut, ayant des fréquences de coupure et des coefficients de surtension différents. On voit que l'on obtient une atténuation dans une bande plus large que celle qui est représentée sur la courbe P et que l'on supprime les pics d'augmentation du niveau de bruit.

20 Très souvent, les casques d'isolation acoustique comportent un haut-parleur incorporé pour la transmission de messages par voie électro-acoustique.

Si l'on équipe un casque selon l'invention qui comporte un atténuateur actif d'un deuxième haut-parleur n'appartenant pas à la  
25 boucle de contre-réaction et destiné à transmettre des messages, les sons venant de l'extérieur sont donc repris par le microphone et par la boucle de contre-réaction et sont atténués, donc cette solution doit être écartée.

30 Une autre solution consiste à envoyer les signaux électriques véhiculant le message directement sur le haut-parleur 6 qui fait partie de l'atténuateur actif.

Les équations et l'expérience montrent que ce montage permet d'entendre le message bien qu'il soit modifié par la contre-  
35 réaction. Mais il existe un meilleur montage.

La figure 6 est un schéma analogue à celui de la figure

3, qui représente ce montage. Les parties homologues à celles de la figure 3 sont représentées par les mêmes références.

Le coffret 9 contient, outre l'amplificateur à gain constant 11 et le filtre 12, un circuit sommateur 13, qui reçoit, d'une part, les signaux émis par le microphone 8 et, d'autre part, des signaux électriques qui proviennent d'un transducteur externe 14 et qui véhiculent un message.

L'expérience montre qu'un tel montage permet non seulement d'atténuer les bruits qui parviennent au tympan sans atténuer le niveau du message mais permet en plus, de s'affranchir de la fonction de transfert du haut-parleur 6 et de celle de la cavité 10 dans la plage de fréquences considérées.

Dans les formules ci-après,  $K$ ,  $C(\omega)$ ,  $P_o(\omega)$ ,  $P_t(\omega)$  et  $H(\omega)$  ont la même signification que dans les formules (1) et (2).

La fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  entre les points A et B peut être décomposée en un produit d'une première fonction de transfert  $H_1(\omega)$  entre le point A et l'entrée du microphone et une deuxième fonction de transfert  $H_2(\omega)$  qui est celle du microphone. En pratique, le module de la fonction de transfert du microphone peut être sensiblement constant dans une large bande de fréquences si le microphone est de bonne qualité.

On désigne par  $SP(\omega)$  la transformée de FOURIER du signal électrique qui est émis par le transducteur externe 14 et qui véhicule le message.

On peut écrire l'équation suivante :

$$(3) \quad P_t(\omega) = \frac{K.H_1(\omega).C(\omega).SP(\omega) + P_o(\omega)}{1 - K.H(\omega).C(\omega)}$$

Si le gain  $K$  de l'amplificateur est très grand, on peut

écrire :

$$(4) \quad P_t(\omega) \approx \frac{H_1(\omega)}{H(\omega)} . SP(\omega) + \epsilon = H_2(\omega).SP(\omega) + \epsilon.$$

Cette équation (4) montre que le montage selon la figure 6 permet à la fois d'atténuer le résidu du bruit d'origine externe grâce à la boucle de contre-réaction mais également d'améliorer l'audition du message qui ne subit plus la fonction de transfert  $H_1(\omega)$  qui représente la fonction de transfert de l'ensemble cavité et haut-parleur.

Le montage selon la figure 6 permet de réaliser une sorte de filtrage par boucle de contre-réaction d'un message mélangé à un bruit extérieur.

Si l'on considère la réponse du microphone 8 comme idéale, c'est-à-dire  $H_1(\omega) = H(\omega)$ , l'équation (4) donne :  
 $P_t(\omega) \approx S_p(\omega) + \epsilon$ .

Le montage proposé ne diminue pas le niveau du message  $S_p(\omega)$  qui se retrouve non seulement intact mais encore affranchi de toute fonction de transfert, ce qui n'est pas le cas si le signal sortant du transducteur 14 était envoyé directement sur le haut-parleur 6.

On voit donc que la solution selon la figure 6 permet d'entendre un message qui est envoyé par voie électro-acoustique et transmis par le même transducteur 6 servant à l'atténuateur actif, après avoir relevé son niveau par rapport à celui des bruits extérieurs et en l'améliorant grâce au fait que l'on supprime la fonction de transfert  $H_1(\omega)$  qui apparaît inévitablement dans tout autre montage.

Les équations et les mesures expérimentales montrent que toute autre position du sommateur dans la boucle de contre-réaction ne permet pas l'amélioration de l'intelligibilité du message par "filtrage par contre-réaction" et conduit à une altération parfois très importante de l'intelligibilité dudit message transmis. On peut encore améliorer l'intelligibilité du message selon le montage de la figure 6 à condition de centrer la plage des fréquences à atténuer sur le spectre de la parole 300-3000 Hz. En effet, cette plage de fréquences correspond à la zone la plus sensible de l'oreille humaine, ainsi dans le cas d'une atténuation active utilisée surtout pour améliorer l'intelligibilité du message, il n'est plus nécessaire d'atténuer fortement les fréquences graves comme pour le cas d'une protection pure sans communication, mais au contraire, d'améliorer l'atténuation passive à partir de 300 Hz et ce, en élargissant au maximum la plage des fréquences atténuées pour atteindre 2000 voire 3000 Hz, quitte à perdre un peu en efficacité en atténuation pure du bruit.

Les descriptions précédentes s'intéressent surtout aux plages de fréquences basses et médium. Dans ce cas, les équations montrent que la combinaison de l'atténuation acoustique et du "filtrage par contre-réaction" du message transmis améliore les conditions de travail des personnes et l'intelligibilité du message. Toutefois, on vient de voir que si la plage d'atténuation active des

fréquences est centrée sur le spectre de la parole 300-3000 Hz, même si l'atténuation n'est pas très importante dans la zone des fréquences aigues, l'intelligibilité du message transmis est encore meilleure et ce, d'autant plus que la plage de fréquences atténuées.

5 s'étend vers les fréquences aigues 2000-3000 Hz.

L'équation (3) montre également que si  $P_o(\omega)$  est très faible, le phénomène de filtrage par contre-réaction du message est conservée puisque le deuxième membre de l'équation est indépendant de la pression  $P_o(\omega)$  on vérifie donc encore le résultat de l'équation  
10 (4) pour le gain  $K$  grand devant 1, c'est-à-dire le message  $S_p(\omega)$  se trouve affranchi de toute fonction de transfert. On peut donc utiliser le système d'absorption acoustique active uniquement pour améliorer le message par filtrage par boucle de contre-réaction, même lorsque le bruit extérieur n'est pas gênant.

15 La description qui précède se réfère à des modes de réalisations préférentiels dans lesquels le filtre 12 est un filtre analogique. Il est précisé que l'on pourrait utiliser également un filtre numérique seul ou associé à une unité de calcul, en combinaison avec un dispositif d'insonorisation passif utilisé à bord d'un  
20 véhicule.

Selon une variante de réalisation, un dispositif actif selon l'invention comporte un petit microphone qui est placé dans le conduit auditif et un transducteur miniaturisé dont la face arrière porte un revêtement qui forme un bouchon qui est engagé dans l'entrée  
25 du conduit auditif. Dans ce cas, la cavité est réduite au volume délimité par le conduit auditif, le tympan et le bouchon portant le transducteur et la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  est très linéaire, de sorte que l'on peut obtenir facilement, par filtrage électronique, un bon niveau d'atténuation dans une large  
30 bande de fréquences.

## REVENDICATIONS

1. Procédé pour atténuer les bruits d'origine externe parvenant au tympan, du type dans lequel on associe à chaque oreille un moyen d'insonorisation passif (1g, 1d) qui délimite avec celle-ci une cavité (10) et on dispose à l'intérieur de ladite cavité un transducteur électro-acoustique (6) et un microphone (8) qui sont  
5 reliés l'un à l'autre par une boucle de contre-réaction comportant un amplificateur à gain constant (11) et un filtre (12) qui constituent un insonorisateur actif, caractérisé en ce que la fonction de transfert  $C(\omega)$  dudit filtre (12) est une fonction polynomiale  
10 complexe et on mesure d'abord la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  de l'ensemble formé par le transducteur (6), le microphone (8) et la cavité (10) délimitée par ledit moyen d'insonorisation passif et l'oreille puis on calcule les coefficients de ladite fonction polynomiale  $C(\omega)$  pour que le produit du gain  
15 constant (K) dudit amplificateur (11) par le module de ladite fonction de transfert en boucle ouverte  $|H(\omega)|$  et par le module de la fonction de transfert dudit filtre  $|C(\omega)|$  soit beaucoup plus grand que 1 dans la plage de fréquences où ledit moyen d'insonorisation passif est peu efficace tout en conservant la stabilité du système  
20 de contre-réaction.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour mesurer ladite fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$ , on débranche ledit amplificateur (11) et ledit filtre (12), on envoie un signal électrique correspondant à un bruit blanc à l'entrée (A) dudit  
25 transducteur et on mesure ladite fonction de transfert au moyen d'un analyseur spectral qui reçoit simultanément ledit signal électrique et le signal émis par ledit microphone (8).

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on modifie ladite fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$   
30 en divisant ladite cavité (10) par une cloison (7) en deux demi-cavités, une demi-cavité avant délimitée par le pavillon de l'oreille (4), le conduit auditif (3), le tympan (16) et ladite cloison (7) et une demi-cavité arrière délimitée par ledit moyen d'insonorisation passif (1) et ladite cloison (7), laquelle cloison (7) porte ledit  
35 transducteur (6) et on place ledit microphone (8) dans ladite demi-cavité avant, le plus près possible de la face émissive dudit transducteur (6).

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on réduit le plus possible le volume de ladite cavité (10) afin de "linéariser" ladite fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$ .

5 qu'on intercale entre ladite cloison (7) et le pavillon de l'oreille (4), une pièce annulaire (15) qui délimite une cavité intermédiaire (15a) et on calcule la forme et les dimensions de ladite pièce annulaire (15) pour qu'elle réalise un filtrage acoustique qui permet de donner à ladite fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$ , une  
10 fonction de filtre passe-bas ou passe-bande selon la plage des fréquences à atténuer.

6. Procédé selon la revendication 1 pour atténuer les bruits d'origine externe par un moyen d'insonorisation actif placé à l'entrée des oreilles tout en permettant d'entendre un message  
15 transmis par voie électro-acoustique du type dans lequel on mélange les signaux électriques véhiculant lesdits messages aux signaux émis par ledit microphone et on envoie lesdits signaux mélangés sur ledit transducteur (6) en passant par ledit amplificateur (11), caractérisé en ce que lesdits signaux mélangés passent également à travers ledit  
20 filtre (12).

7. Dispositif pour atténuer les bruits d'origine externe parvenant au tympan, du type comportant des moyens d'insonorisation passifs (1d, 1g) qui délimitent une cavité (10) avec chaque oreille et comportant, en outre, un transducteur électro-acoustique (6) et un  
25 microphone (8) qui sont disposés à l'intérieur de ladite cavité et qui sont reliés l'un à l'autre par une boucle de commande comportant un amplificateur à gain constant (11) et un filtre (12) avec lesquels ils constituent un atténuateur de sons actif, caractérisé en ce que la fonction de transfert  $C(\omega)$  dudit filtre est une fonction polynomiale  
30 complexe et le produit du gain constant (K) dudit amplificateur (11) par le module  $|C(\omega)|$  de la fonction de transfert dudit filtre et par le module  $|H(\omega)|$  de la fonction de transfert en boucle ouverte mesurée entre l'entrée (A) dudit transducteur (6) et la sortie (B) dudit microphone (8) est nettement supérieur à un dans toute la  
35 plage des basses fréquences acoustiques qui doivent être atténuées et vérifie le critère de stabilité pour toutes les fréquences audibles.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce



que ledit filtre (12) comporte un ou plusieurs filtres analogiques de type passe-bande ou passe-bande et passe-bas qui sont montés en parallèle et qui réalisent une fonction de transfert permettant d'éviter des instabilités dans la zone où le module est le plus important.

9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit filtre comporte plusieurs filtres analogiques de type passe-bas, passe-bande et passe-haut, qui sont montés en parallèle et qui ont même fréquence de coupure et même coefficient de surtension.

10. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le gain (K) dudit amplificateur (11) est positif et la fonction de transfert  $C(\omega)$  dudit filtre est déterminée de telle sorte que la phase ( $\phi$ ) de ladite fonction de transfert ne passe pas par la valeur zéro dans la bande passante dudit filtre.

11. Dispositif selon la revendication 7, du type dans lequel chacune desdites cavités comporte une cloison transversale (7) qui la divise en deux demi-cavités avant et arrière et qui porte ledit transducteur acoustique et dans lequel ledit microphone (8) est disposé dans ladite demi-cavité avant, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, une pièce annulaire (15) qui est intercalée entre ladite cloison (8) et le pavillon (4) de l'oreille et qui délimite une cavité intermédiaire (15a) et les dimensions de ladite pièce annulaire (15) sont calculées pour que le rapport entre les dimensions de ladite cavité intermédiaire et desdites demi-cavité avant et arrière conduise à un filtrate acoustique dont la bande passante correspond à la plage de fréquences à atténuer.

12. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit microphone (8) est placé dans le conduit auditif (3) et ledit transducteur (6) est un transducteur miniaturisé dont le revêtement de la face arrière forme un bouchon qui est engagé dans l'entrée du conduit auditif (3), de sorte que ladite cavité est réduite au volume délimité par le conduit auditif (3), le tympan (16) et ledit transducteur (6) et que la fonction de transfert en boucle ouverte  $H(\omega)$  est très linéaire et permet d'obtenir par filtrage électronique, un bon niveau d'atténuation dans une large bande de fréquences.

13. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce

que ledit filtre comporte, en outre, un ou plusieurs filtres passe-haut montés en parallèle avec lesdits filtres passe-bas et passe-bande.

1/4

Fig. 1

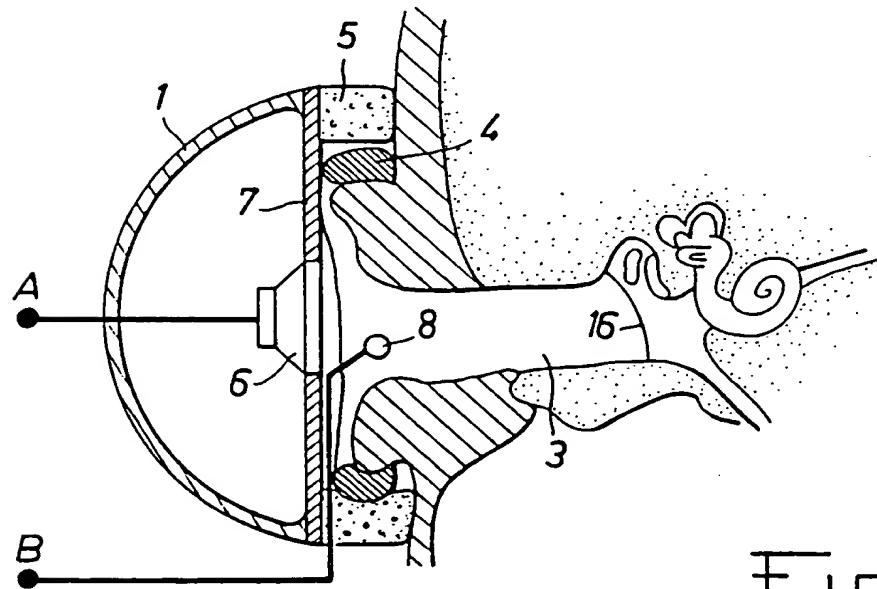
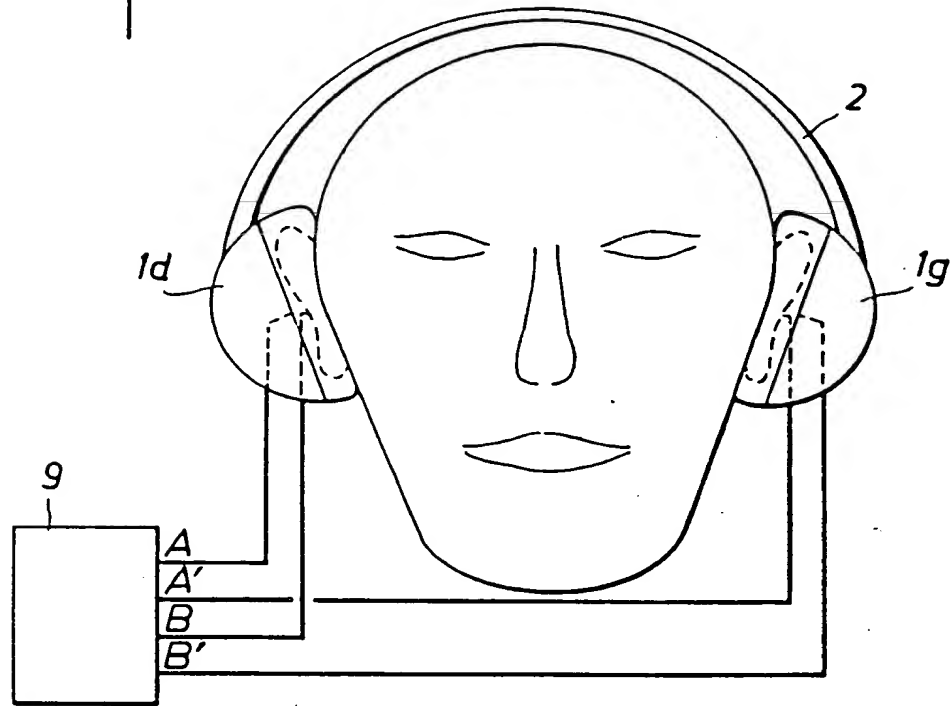
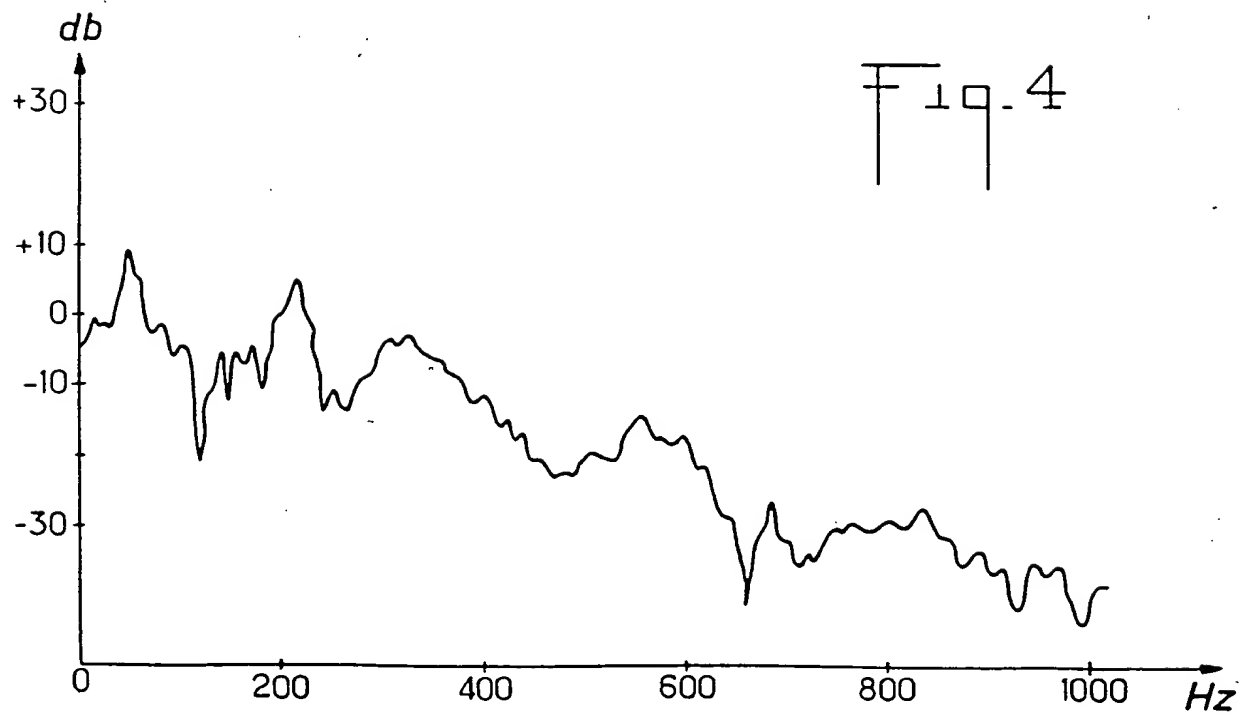
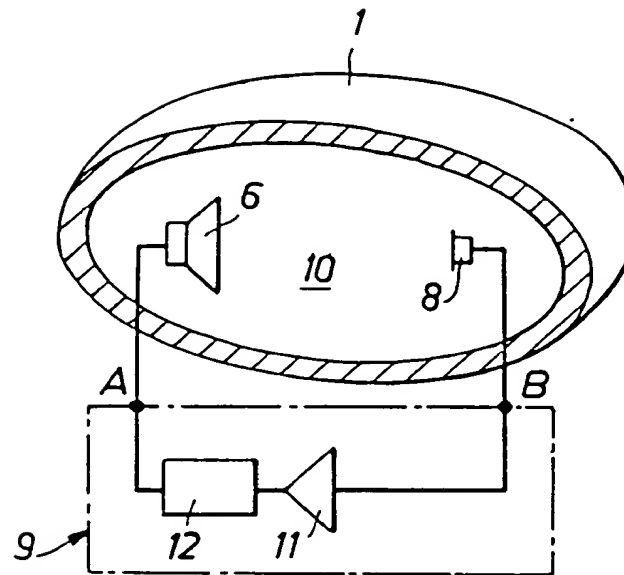


Fig. 2

2/4

Fig. 3



3/4

Fig. 6

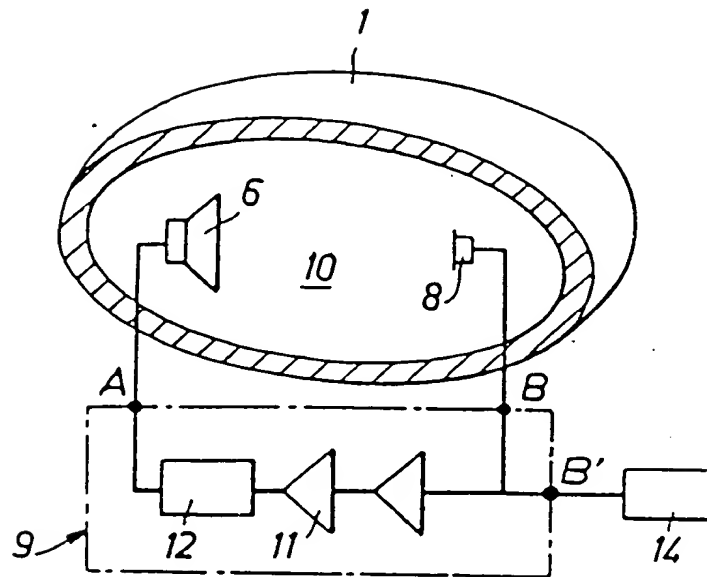
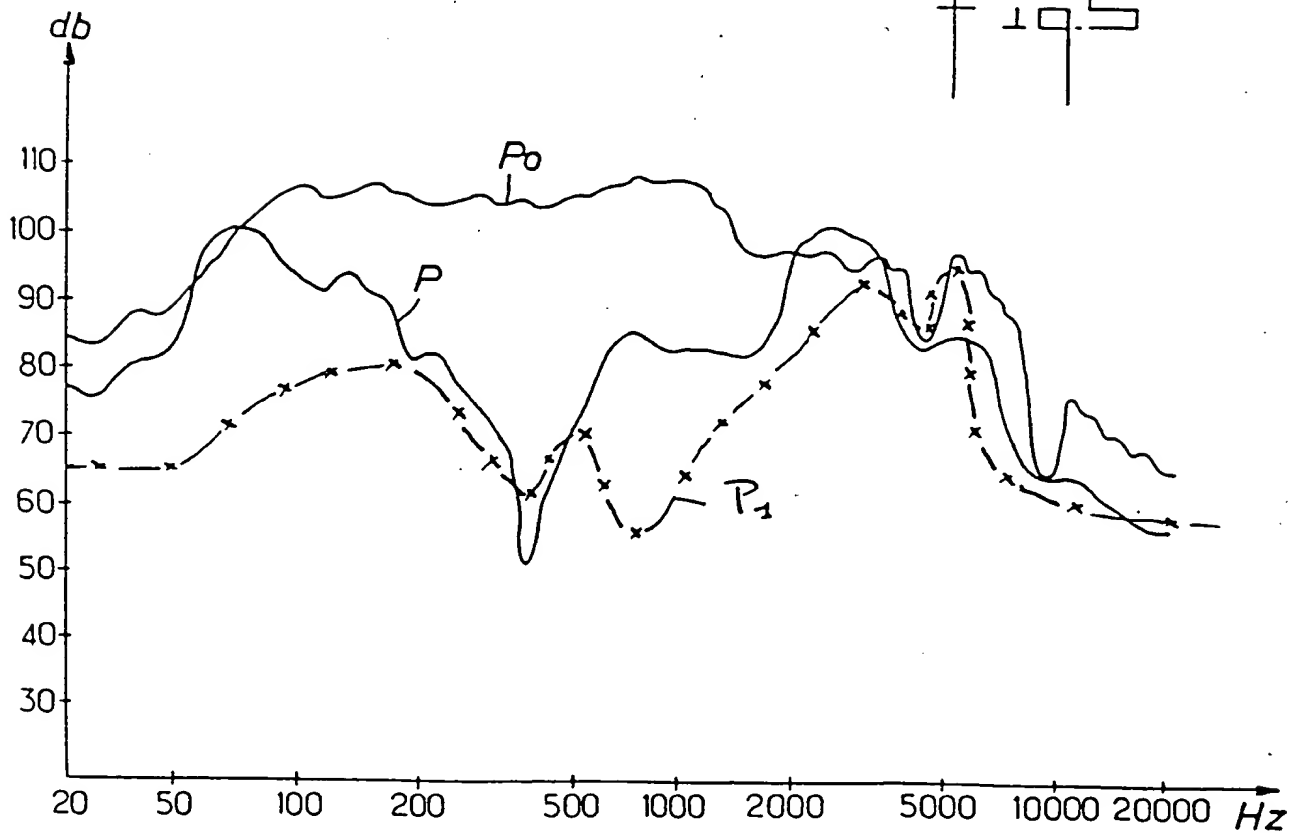


Fig. 5



4/4

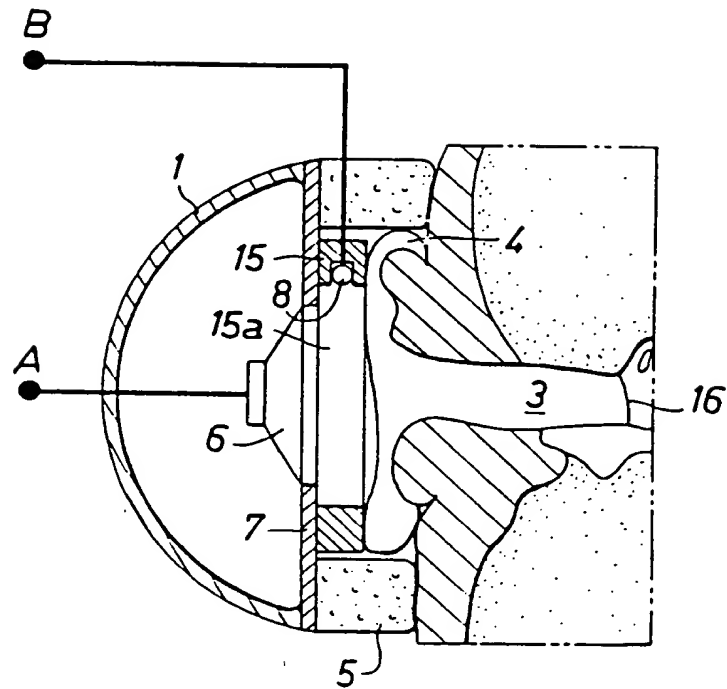


Fig. 7

**INTERNATIONAL APPLICATION  
UNDER THE  
PATENT COOPERATION TREATY  
REQUEST**

**THE UNDERSIGNED REQUESTS THAT THE PRESENT  
INTERNATIONAL APPLICATION BE PROCESSED  
ACCORDING TO THE PATENT COOPERATION TREATY**

(The following is to be filled in by the receiving Office)

**INTERNATIONAL  
APPLICATION No:**

**INTERNATIONAL  
FILING DATE:**

(Stamp)

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or Agent's File Reference **H.50 071 cas 77**  
(indicated by applicant if desired)

**Box No. I TITLE OF INVENTION** Method and Apparatus for attenuating external origin noise reaching the eardrum, and for improving intelligibility of electro-acoustic communications.

**Box No. II APPLICANT (WHETHER OR NOT ALSO INVENTOR); DESIGNATED STATES FOR WHICH HE/SHE/IT IS APPLICANT.** Use this box for indicating the applicant or, if there are several applicants, one of them. If more than one person (includes, where applicable, a legal entity) is involved, continue in Box No. III.

The person identified in this box is (check one only): ☐ applicant and inventor\*

☒ applicant only

Name and address:\*\*

Public Enterprise styled:  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - C.N.R.S.  
15, Quai Anatole France  
75007 - PARIS (FRANCE)

Telephone number:  
(including area code)

Telegraphic address:

Teleprinter address:

Country of nationality: **FRANCE**

Country of residence:\*\*\*

**FRANCE**

The person identified in this box is *applicant* for the purposes of (check one only):

☐ all designated States

☐ all designated States except  
the United States of America

☐ the United States  
of America only

☐ the States indicated  
in the "Supplemental Box"

**Box No. III FURTHER APPLICANTS, IF ANY; (FURTHER) INVENTORS, IF ANY; DESIGNATED STATES FOR WHICH THEY ARE APPLICANTS (IF APPLICABLE).** A separate sub-box has to be filled in in respect of each person (includes, where applicable, a legal entity). If the following two sub-boxes are insufficient, continue in the "Supplemental Box," (giving there for each additional person the same indications as those requested in the following two sub-boxes) or by using a "continuation sheet."

The person identified in this sub-box is (check one only): ☒ applicant and inventor\*

☐ applicant only

☐ inventor only\*

Name and address:\*\*

Christian CARME  
22 boulevard Rey  
13009 - MARSEILLE (FRANCE)

If the person identified in this sub-box is *applicant (or applicant and inventor)*, indicate also:

Country of nationality: **FRANCE**

Country of residence:\*\*\*

**FRANCE**

and whether that person is *applicant* for the purposes of (check one only):

☐ all designated States

☐ all designated States except  
the United States of America

☒ the United States  
of America only

☐ the States indicated  
in the "Supplemental Box"

The person identified in this sub-box is (check one only): ☐ applicant and inventor\*

☐ applicant only

☐ inventor only\*

Name and address:\*\*

Alain ROURE  
Villa 6  
Les Jardins de Montbrun  
13011 - MARSEILLE (FRANCE)

If the person identified in this sub-box is *applicant (or applicant and inventor)*, indicate also:

Country of nationality: **FRANCE**

Country of residence:\*\*\*

**FRANCE**

and whether that person is *applicant* for the purposes of (check one only):

☐ all designated States

☐ all designated States except  
the United States of America

☒ the United States  
of America only

☐ the States indicated  
in the "Supplemental Box"

\* If the person indicated as "applicant and inventor" or as "inventor only" is not an *inventor* for the purposes of all the designated States, give the necessary indications in the "Supplemental box."

\*\* Indicate the name of a natural person by giving his/her family name first followed by the given name(s). Indicate the name of a legal entity by its full official designation. In the address, include both the postal code (if any) and the country (name).

\*\*\* If residence is not indicated, it will be assumed that the country of residence is the same as the country indicated in the address.

**Box No. IV AGENT (IF ANY) OR COMMON REPRESENTATIVE (IF ANY): ADDRESS FOR NOTIFICATIONS (IN CERTAIN CASES)** A common representative may be appointed only if there are several applicants and if no agent is or has been appointed; the common representative must be one of the applicants.

The following person (includes, where applicable, a legal entity) is hereby/has been appointed as agent or common representative to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities:

Name and address, including postal code and country (if the space below is used instead for an address for notifications\*, check here ☐):

CABINET BEAU DE LOMENIE  
14 rue Raphaël

Telephone number: 13008 - MARSEILLE (FRANCE)  
(including area code) 91 76 55 30

Telegraphic address:

Teleprinter address: 420604 BLAH

**Box No. V DESIGNATION OF STATES: POSSIBLE CHOICE OF EUROPEAN PATENT; POSSIBLE CHOICES OF CERTAIN KINDS OF PROTECTION OR TREATMENT.** Where the name of a State is followed by two check boxes, either or both of the boxes may be checked. The checking of both boxes results in both a European and a national patent being requested for the same State. Designation of Switzerland includes designation of Liechtenstein (and vice-versa).

		European Patent	National Patent (if other national title or treatment desired, specify)**
The following States are hereby designated:***			
AT	Austria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> **
AU	Australia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> **
BE	BELGIQUE	(No national title available)	
BR	Brazil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CH and LI	Switzerland and Liechtenstein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE	Federal Republic of Germany	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> **
DK	Denmark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FI	Finland	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FR	France	<input type="checkbox"/>	(no national title available)
GB	United Kingdom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HU	Hungary	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JP	Japan	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> **
KP	Democratic People's Republic of Korea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LU	Luxembourg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> **
MC	Monaco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> **
MG	Madagascar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MW	Malawi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> **
NL	Netherlands	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NO	Norway	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
RO	Romania	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SE	Sweden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SU	Soviet Union	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> **
US	United States of America	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> **
EP	all PCT Contracting States for which a European patent may be requested	<input type="checkbox"/>	**** these States are those listed above whose names are preceded by the codes AT, CH and LI, DE, FR, GB, LU, NL and SE and (specify names of any others)
OA	OAPI (Cameroon, Central African Republic, Chad, Congo, Gabon, Senegal, Togo)	<input type="checkbox"/>	OAPI Patent (if other OAPI title desired, specify)**

Space reserved for designating countries which become party to the PCT after the issuance of the present form (October 1, 1981):

- \* An address for the sending of notifications for a sole applicant or for a common representative may be indicated if no agent has been appointed to represent the applicant or, if there are several applicants, all of them.
- \*\* If another kind of protection or a title of addition is desired or if, in the United States of America, treatment as a continuation or a continuation in part is desired, indicate according to the instructions given in the Notes to Box No. V.
- \*\*\* The applicant's choice of the order of the designations may be indicated by checking the boxes of the designated States with sequential arabic numerals (see also the Notes to Box No. V).
- \*\*\*\* When this box is checked, none of the other boxes in the column "European patent" should be checked.



**Box No. VI PRIORITY CLAIM (IF ANY).** The priority of the following earlier application(s) is hereby claimed:

Country (country in which it was filed if national application; one of the countries for which it was filed if regional or international application)	Filing Date (day, month, year)	Application No.	Office of Filing (fill in only if the earlier application is an international application or a regional application)
(1) FRANCE	MARCH 7, 1986	86/03 394	
(2)			
(3)			

(Letter codes may be used to indicate country and/or Office of filing)

When the earlier application was filed with the Office which, for the purposes of the present international application, is the receiving Office, the applicant may, *against payment of the required fee*, ask the following:
☐ the receiving Office is hereby requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the above-mentioned earlier application/of the earlier applications identified above by the numbers (insert the applicable numbers)

**Box No. VII EARLIER SEARCH (IF ANY).** Fill in where a search (international, international-type or other) by the International Searching Authority has already been requested (or completed) and the said Authority is now requested to base the international search, to the extent possible, on the results of the said earlier search. Identify such search or request either by reference to the relevant application (or the translation thereof) or by reference to the search request.

International application number or number and country (or regional Office) of other application:

FR/86/03 394

International/regional/national filing date

March 7, 1987

Date of request for search: March 7, 1986

Number (if available) given to search request:

**Box No. VIII SIGNATURE OF APPLICANT(S) OR AGENT**

Mr. Henri AZAIS  
CABINET BEAU DE LOMENIE  
14 rue Raphaël  
13008 - MARSEILLE (FRANCE)

If the present Request form is signed on behalf of any applicant by an agent, a separate power of attorney appointing the agent and signed by the applicant is required. If in such case it is desired to make use of a general power of attorney (deposited with the receiving Office), a copy thereof must be attached to this form.

**Box No. IX CHECK LIST (To be filled in by the Applicant)**

This international application contains the following number of sheets:

1. request	1	3	sheets
2. description	3	20	sheets
3. claims	3	4	sheets
4. abstract	3	1	sheets
5. drawings	3	4	sheets
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>sheets</b>

Figure number ..... of the drawings (if any) is suggested to accompany the abstract for publication.

This international application as filed is accompanied by the items checked below:

- ☐ separate signed power of attorney
- ☐ copy of general power of attorney
- ☐ priority document(s) (see Box No. VI)
- ☐ receipt of the fees paid or revenue stamps
- ☐ cheque for the payment of fees
- ☐ request to charge deposit account
- ☒ other document (specify)  
French Search Report

(The following is to be filled in by the receiving Office)

- Date of actual receipt of the purported international application:
- Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:
- Date of timely receipt of the required corrections under Article 11 of the PCT:
- Drawings ☐ Received ☐ No Drawings

(The following is to be filled in by the International Bureau)

Date of receipt of the record copy:

FR 887 PCT/TO 23 SEP 1987

TRAITE DE COOPERATION  
EN MATIERE DE BREVETS

No DE PUBLICATION INTERNATIONALE: W087/05430  
No DE LA DEMANDE INTERNATIONALE: PCT/FR87/00056

NOTICE

INFORMANT LE DEPOSANT DE LA  
COMMUNICATION DE LA DEMANDE  
INTERNATIONALE AUX OFFICES  
DESIGNES  
émise en vertu de la règle  
47.1.c), première phrase, du  
PCT

Destinataire:

CABINET BEAU DE LOMENIE  
14, rue Raphaël  
F-13008 Marseille  
FRANCE

DATE D'EXPEDITION DE CETTE NOTICE  
11 septembre 1987 (11.09.8)

COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU  
DU MANDATAIRE  
H 50 071 CAS 77

Expéditeur:  
Le Bureau international de l'OMPI  
1211 Genève 20  
Suisse

Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cette notice, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit l'article 20 du PCT, la demande internationale visée ci-dessus aux offices désignés suivants:

aux offices nationaux de BR,FI,JP,NO,US

Il est rappelé au déposant qu'il doit aborder la "phase nationale" auprès de chaque office désigné en accomplissant, dans le délai applicable selon l'article 22 ou 39.1) du PCT, les actes qui y sont visés.

Une copie de la présente notice est adressée à chaque office désigné pour son information selon la règle 47.1.c), troisième phrase, du PCT.

15 SEP 1987 1300

Formulaire PCT/IB/308 (juin 1983)

T. Shimomichi  
(fonctionnaire autorisé)

Vol-

EXEMPLAIRE ORIGINAL

DEMANDE INTERNATIONALE  
SELON LE TRAITÉ  
DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS

## REQUÊTE

LE SOUSSIGNÉ REQUIERT QUE LA PRÉSENTE DEMANDE  
INTERNATIONALE SOIT TRAITÉE CONFORMÉMENT  
AU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS

(Cadre réservé à l'office récepteur)

DEMANDE INTERNATIONALE N°:

PCT/FR 87/00056

DATE DU DÉPÔT  
INTERNATIONAL:

06 MARS 1987

INSTITUT NATIONAL DE LA

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

(Cachet)

DEMANDE INTERNATIONALE PCT

Nom de l'office récepteur et « Demande internationale PCT »

Cote du dossier du déposant ou du mandataire

(indiquée par le déposant s'il le désire) H 50 071 CAS 77

Cadre N° I TITRE DE L'INVENTION Procédés et dispositifs pour atténuer les bruits  
d'origine externe parvenant au tympan et améliorer l'intelligibilité des  
communications électro-acoustiques.

Cadre N° II DEPOSANT (QU'IL SOIT OU NON ÉGALEMENT INVENTEUR); ETATS DESIGNÉS POUR LES-  
QUELS IL EST DEPOSANT. Utiliser le présent cadre pour indiquer le déposant ou, s'il y en a plusieurs, l'un d'entre eux. S'il y a plus  
d'une personne (celle-ci peut éventuellement être une personne morale), continuer dans le cadre N° III.

La personne indiquée dans le présent cadre est (cocher une seule case): ☐ déposant et inventeur\* ☒ déposant seulement

Nom et adresse:\*\* Etablissement Public dit :  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - C.N.R.S.  
15, Quai Anatole France  
75007 - PARIS/ FRANCE

Numéro de téléphone:  
(préciser l'indicatif)

Adresse télégraphique:

Adresse de télécopieur:

Pays de la nationalité: FRANCE

Pays du domicile:\*\*\* FRANCE

La personne indiquée dans le présent cadre est *déposant* (cocher une seule case) pour:

☐ tous les Etats désignés☒ tous les Etats désignés sauf  
les Etats-Unis d'Amérique☐ les Etats-Unis  
d'Amérique seulement☐ les Etats indiqués dans  
le "Cadre supplémentaire"

Cadre N° III AUTRES DEPOSANTS, LE CAS ÉCHÉANT; (AUTRES) INVENTEURS, LE CAS ÉCHÉANT; ETATS  
DESIGNÉS POUR LESQUELS ILS SONT DEPOSANTS (LE CAS ÉCHÉANT). Il convient de remplir un sous-cadre pour  
chaque personne (celle-ci peut éventuellement être une personne morale). Si les deux sous-cadres ci-après ne suffisent pas, continuer dans  
le "Cadre annexe", (en donnant pour chaque personne supplémentaire les mêmes indications que dans les deux sous-cadres ci-après) ou  
utiliser une "feuille annexe".

La personne indiquée dans ce sous-cadre est (cocher une seule case): ☒ déposant et  
inventeur\* ☐ déposant  
seulement ☐ inventeur  
seulement\*

Nom et adresse:\*\* CARME Christian A.  
22, Boulevard Rey  
13009 - MARSEILLE/ FRANCE

Si la personne indiquée dans le présent sous-cadre est *déposant* (ou à la fois *déposant et inventeur*) préciser également:

Pays de la nationalité: FRANCE

Pays du domicile:\*\*\* FRANCE

et si elle est *déposant* (cocher une seule case) pour:

☐ tous les Etats désignés☐ tous les Etats désignés sauf  
les Etats-Unis d'Amérique☒ les Etats-Unis  
d'Amérique seulement☐ les Etats indiqués dans  
le "Cadre supplémentaire"

La personne indiquée dans ce sous-cadre est (cocher une seule case): ☒ déposant et  
inventeur\* ☐ déposant  
seulement ☐ inventeur  
seulement\*

Nom et adresse:\*\* ROURE Alain E.  
Villa 6  
Les Jardins de Montbrun  
13011 - MARSEILLE/ FRANCE

Si la personne indiquée dans le présent sous-cadre est *déposant* (ou à la fois *déposant et inventeur*) préciser également:

Pays de la nationalité: FRANCE

Pays du domicile:\*\*\* FRANCE

et si elle est *déposant* (cocher une seule case) pour:

☐ tous les Etats désignés☐ tous les Etats désignés sauf  
les Etats-Unis d'Amérique☒ les Etats-Unis  
d'Amérique seulement☐ les Etats indiqués dans  
le "Cadre supplémentaire"

\* Si la personne indiquée comme "déposant et inventeur" ou comme "inventeur seulement" n'est pas un *inventeur* pour tous les Etats  
désignés, donner les indications nécessaires dans le "Cadre annexe".

\*\* Indiquer le nom d'une personne physique en donnant son nom de famille, immédiatement suivi du (des) prénoms. Indiquer le nom  
d'une personne morale en donnant sa désignation officielle complète. Inclure dans l'adresse à la fois le code postal (le cas échéant) et  
le pays (nom).

\*\*\* Faute d'indication du domicile, il sera supposé que le pays du domicile est le même que le pays indiqué dans l'adresse.

**Cadre N° IV MANDATAIRE (LE CAS ECHEANT) OU REPRESENTANT COMMUN (LE CAS ECHEANT): ADRESSE POUR LES NOTIFICATIONS (DANS CERTAINS CAS).** Un représentant commun ne peut être nommé que s'il y a plusieurs déposants et si aucun mandataire n'est ou n'a été nommé; le représentant commun doit être l'un des déposants. La personne suivante (celle-ci peut éventuellement être une personne morale) est/à été nommée comme mandataire ou comme représentant commun pour agir au nom du/des déposant(s) auprès des autorités internationales compétentes:

Nom et adresse, comprenant le code postal et le pays:

Si l'espace ci-dessous est utilisé pour indiquer une adresse pour des notifications\*, cocher ici ☐

CABINET BEAU DE LOMENIE  
14, rue Raphaël

13008 - MARSEILLE/ FRANCE

Numéro de téléphone: 91 76 55 30 Adresse télégraphique:  
(préciser l'indicateur)

Adresse de téléscripteur: 420604 BLAH

**Cadre N° V DESIGNATION DES ETATS: CHOIX POSSIBLE D'UN BREVET EUROPEEN; CHOIX POSSIBLES DE CERTAINES FORMES DE PROTECTION OU DE TRAITEMENT.** Lorsque le nom d'un Etat est suivi de deux cases, on peut en cocher une seule ou cocher les deux. Si les deux cases sont cochées, cela signifie qu'à la fois un brevet européen et un brevet national sont demandés pour le même Etat. La désignation de la Suisse inclut celle du Liechtenstein (et inversement).

Les Etats suivants sont désignés:\*\*\*

Brevet  
européen

Brevet national (si un autre titre ou traitement national est désiré, spécifier)\*\*

AT	Autriche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
AU	Australie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
BB	Barbade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
BE	Belgique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[il n'est pas possible d'obtenir un titre national]
BG	Bulgarie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
BR	Bresil	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	** .....
CH et LI	Suisse et Liechtenstein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
DE	République fédérale d'Allemagne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
DK	Danemark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
FI	Finlande	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	** .....
FR	France	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[il n'est pas possible d'obtenir un titre national]
GB	Royaume-Uni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
HU	Hongrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
IT	Italie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	[il n'est pas possible d'obtenir un titre national]
JP	Japon	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	** .....
KP	République populaire démocratique de Corée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
KR	République de Corée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
LK	Sri Lanka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
LU	Luxembourg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
MC	Monaco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
MG	Madagascar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
MW	Malawi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
NL	Pays-Bas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
NO	Norvège	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	** .....
RO	Roumanie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
SD	Soudan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
SE	Suède	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
SU	Union soviétique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	** .....
US	Etats-Unis d'Amérique	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	** .....

EP tous les Etats contractants du PCT pour lesquels un brevet européen peut être demandé ☐ \*\*\*\* ces Etats sont ceux qui sont énumérés ci-dessus et dont les noms sont précédés des codes AT, BE, CH et LI, DE, FR, GB, IT, LU, NL et SE

OA OAPI (Cameroun, Congo, Gabon, Mali, Mauritanie, République centrafricaine, Sénégal, Tchad, Togo) ☐ brevet OAPI (si un autre titre de l'OAPI est désiré, spécifier)\*\*

Espace réservé pour désigner les pays qui deviennent parties au PCT après la publication du présent formulaire (28 mars 1985):

\* On peut indiquer une adresse pour l'envoi de notifications pour un seul déposant ou pour un représentant commun si aucun mandataire n'a été nommé pour représenter le déposant ou tous les déposants s'ils sont plusieurs.  
 \*\* Si un autre type de protection ou un titre additionnel ou si, aux Etats-Unis d'Amérique, un traitement à titre de "continuation" ou de "continuation in part" est demandé, l'indiquer conformément aux instructions données dans les notes relatives au cadre N° V.  
 \*\*\* L'ordre des désignations choisi par le déposant peut être précisé en indiquant dans les cadres des Etats désignés des numéros d'ordre en chiffres arabes (voir également les notes relatives au cadre N° V).

**Cadre N° VI REVENDICATION DE PRIORITÉ (LE CAS ÉCHÉANT).** La priorité de la/des demande(s) antérieure(s) suivantes(s) est revendiquée:

Pays (s'il s'agit d'une demande nationale, pays où elle a été déposée; s'il s'agit d'une demande régionale ou internationale, l'un des pays pour lesquels elle a été déposée)	Date de dépôt (jour, mois, année)	Demande N°	Office de dépôt (ne remplir que si la demande antérieure est une demande internationale ou une demande régionale)
1) FRANCE	07 MARS 1986	86/03.394	
2)	(07.03.86)		
3)			

(On peut utiliser un code littéral pour indiquer le pays et/ou l'office de dépôt)

Lorsque la demande antérieure a été déposée auprès de l'office qui, aux fins de la présente demande internationale, est l'office récepteur, le déposant peut, *contre paiement de la taxe requise*, demander ce qui suit:
☐ L'office récepteur est prié de transmettre au Bureau international une copie certifiée conforme de la demande antérieure/des demandes antérieures identifiées ci-dessus par des numéros (indiquer les numéros)
**Cadre N° VII RECHERCHE ANTÉRIEURE (LE CAS ÉCHÉANT).** Remplir si une recherche (internationale, de type international ou autre) a déjà été demandée (ou effectuée) à l'administration chargée de la recherche internationale et si ladite administration est maintenant priée de fonder la recherche internationale, dans la mesure du possible, sur les résultats de ladite recherche antérieure. Prière de l'identifier en se référant à la demande pertinente (ou à sa traduction) ou à la demande de recherche.

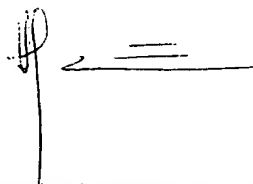
Numéro de la demande internationale ou pays et numéro (ou office régional) d'une autre demande: FR/86/03.394

Date de dépôt international/régional/national: 07 Mars 1986

Date de la demande de recherche: 07 Mars 1986

Numéro attribué à la demande de recherche (s'il est connu):

**Cadre N° VIII SIGNATURE DU/DES DÉPOSANT(S) OU DU MANDATAIRE**
 Henri AZAIS  
 CABINET BEAU DE LOMENIE  
 14, rue Raphaël  
 13008 - MARSEILLE - FRANCE



Si le présent formulaire de requête est signé par un mandataire au nom d'un déposant, un pouvoir séparé, nommant le mandataire et signé par le déposant, est requis. Si l'on désire, dans ce cas, utiliser un pouvoir général (déposé auprès de l'office récepteur), une copie de ce dernier doit accompagner ce formulaire.

**Cadre N° IX BORDEREAU** (à remplir par le déposant)

La présente demande internationale comprend le nombre de feuilles suivant:

1. requête	1	3	feuilles
2. description	3	20	feuilles
3. revendications	3	4	feuilles
4. abrégé	3	1	feuilles
5. dessins	3	4	feuilles
Total		32	feuilles

La figure numéro 3 des dessins (le cas échéant) est proposée pour accompagner l'abrégé lors de la publication.

La présente demande internationale est accompagnée, telle que déposée, des pièces identifiées ci-dessous:

- ☒ pouvoir séparé signé
- ☐ copie du pouvoir général
- ☒ document(s) de priorité (voir le cadre N° VI)
- ☐ reçu ou timbres fiscaux pour les taxes payées
- ☒ chèque de paiement des taxes
- ☐ demande de débit de compte courant
- ☒ autre document (spécifier)  
Rapport de recherche FRANCE

(Ce qui suit est à remplir par l'office récepteur)

1. Date effective de réception de la prétendue demande internationale:

06 MARS 1987

2. Date effective de réception, rectifiée en raison de la réception ultérieure, mais dans les délais, de documents ou de dessins complétant la prétendue demande internationale:

3. Date de réception, dans les délais, des corrections demandées selon l'article 11 du PCT:

4. Dessins ☐ reçus ☐ pas de dessins

(Ce qui suit est à remplir par le Bureau international)

Date de réception de l'exemplaire original:

23 MARS 1987

(23.03.87)

TRAITE DE COOPERATION  
EN MATIERE DE BREVETS

## NOTICE

INFORMANT LE DEPOSANT DE LA  
COMMUNICATION DE LA DEMANDE  
INTERNATIONALE AUX OFFICES  
DESIGNES  
émise en vertu de la règle  
47.1.c), première phrase, du  
PCT

No DE PUBLICATION INTERNATIONALE: W087/05430  
No DE LA DEMANDE INTERNATIONALE: PCT/FR87/00056

## Destinataire:

CABINET BEAU DE LOMENIE  
14, rue Raphaël  
F-13008 Marseille  
FRANCE

DATE D'EXPEDITION DE CETTE NOTICE  
11 septembre 1987 (11.09.8)

COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU  
DU MANDATAIRE  
H 50 071 CAS 77

Expéditeur:  
Le Bureau international de l'OMPI  
1211 Genève 20  
Suisse

Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date  
d'expédition de cette notice, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit  
l'article 20 du PCT, la demande internationale visée ci-dessus aux offices désignés  
suivants:

aux offices nationaux de BR, FI, JP, NO, US

Il est rappelé au déposant qu'il doit aborder la "phase nationale" auprès de chaque  
office désigné en accomplissant, dans le délai applicable selon l'article 22 ou 39.1)  
du PCT, les actes qui y sont visés.

Une copie de la présente notice est adressée à chaque office désigné pour son  
information selon la règle 47.1.c), troisième phrase, du PCT.

18 Rec'd PCT/PTO

30 MAR 1987

TRAITE DE COOPERATION  
EN MATIERE DE BREVETS

NOTIFICATION RELATIVE  
A LA PRESENTATION DU  
DOCUMENT DE PRIORITE  
émise en vertu de l'instruction administrative 411 du PCT

No DE LA DEMANDE INTERNATIONALE: PCT/FR87/00056

Destinataire:

CABINET BEAU DE LOMENIE  
14, rue Raphaël  
F-13008 - Marseille  
FRANCE

DATE D'EXPEDITION DE CETTE  
NOTIFICATION:

23 mars 1987 (23.03.87)

COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU  
DU MANDATAIRE:

H 50 071 CAS 77

Expéditeur:

Le Bureau international de l'OMPI  
1211 Genève 20  
Suisse

DATE DU DEPOT INTERNATIONAL:

06 mars 1987 (06.03.87)

DATE(S) DE PRIORITE REVENDIQUEE(S):

07 mars 1986 (07.03.86)

DATE DE RECEPTION DU (DES) DOCUMENT(S) DE PRIORITE:

23 mars 1987 (23.03.87)

Une copie de la présente notification est adressée à chaque office désigné.

Ch. Grassioulet  
(fonctionnaire autorisé)

TRAITE DE COOPERATION  
EN MATIERE DE BREVETS

18 Rec'd PCT/PTC

30 MAR 1987

No DE LA DEMANDE INTERNATIONALE: PCT/FR87/00056

NOTIFICATION A L'OFFICE  
DESIGNE DE LA RECEPTION DE  
L'EXEMPLAIRE ORIGINAL  
émise en vertu de la règle  
24.2.a) du PCT

Destinataire:

United States Patent  
and Trademark Office  
Washington, D.C.

en sa qualité d'office désigné

DATE D'EXPEDITION DE CETTE  
NOTIFICATION:  
23 mars 1987 (23.03.87)

Expéditeur:  
Le Bureau international de l'OMPI  
1211 Genève 20  
Suisse

NOM(S) DU (DES) DEPOSANT(S):

CARME, Christian, A. etc.

DATE DU DEPOT INTERNATIONAL:  
06 mars 1987 (06.03.87)

DATE(S) DE PRIORITE REVENDIQUEE(S):  
07 mars 1986 (07.03.86)

DATE DE RECEPTION DE L'EXEMPLAIRE ORIGINAL PAR LE BUREAU INTERNATIONAL:  
23 mars 1987 (23.03.87)

Ch. Grassioulet  
(fonctionnaire autorisé)



TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RO/FR

EXPÉDITEUR : L'OFFICE RÉCEPTEUR

identifié au bas de la page

NOTIFICATION DE RÉCEPTION DES  
DOCUMENTS CONSTITUANT PRÉTENDUMENT  
UNE DEMANDE INTERNATIONALE

émise conformément à l'instruction administrative 301 du PCT

DESTINATAIRE

CABINET BEAU DE LOMENIE  
14, rue Raphaël  
13008 - MARSEILLE

DATE D'EXPÉDITION

par l'Office récepteur

COTE DU DOSSIER DU DÉPOSANT OU DU MANDA-  
TAIRE H 50 071 CAS 77

Inscrire les NOM et ADRESSE du MANDATAIRE  
ou, à défaut, du DÉPOSANT

IDENTIFICATION DE LA PRÉTENDUE DEMANDE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 87 / 0 0 0 5 6

Titre de l'invention

Procédés et dispositifs pour atténuer  
les bruits d'origine externe parvenant au tympan et  
améliorer l'intelligibilité des communications....

Déposant (Nom)

Etablissement Public dit : CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE - C.N.R.S.

NOTIFICATION

Il est notifié, par la présente, au déposant que l'office recep-  
teur identifié ci-dessous a reçu des documents prétendant être une demande internationale le :

**06 MARS 1987**

(date de réception des documents)

L'attention du déposant est attirée sur le fait que l'office recep-  
teur n'a pas encore vérifié si ces documents sont conformes aux conditions de l'article 11.1), c'est-à-dire s'ils remplissent les  
conditions nécessaires pour qu'il leur soit accordé une date de dépôt international.

Il a été provisoirement attribué à ces documents le numéro du dépôt international identifié  
ci-dessus. Il est demandé au déposant de se référer à ce numéro dans toute correspondance avec  
l'office récepteur.

Nombre d'exemplaires

☒ 1

Requête

☒ 2

Pouvoir

☒ 1

versement des taxes  
d'un montant de :  
13.256 F.F.

☒ 3

Description

☒ 1

Document (s)  
de priorité

☒ 3

Revendications

☒ 1

Rapport de  
recherche

☐

Autres documents

☒ 3

Dessin (s)

☒ 3

Abrégé

☒ 1

Dessin abrégé

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

L'OFFICE RÉCEPTEUR  
CENTRE DE DOCUMENTATION

Institut national de la propriété industrielle  
26 bis, rue de Léningrad - 75800 PARIS CÉDEX 08  
de  
MARSEILLE

12, Cours Pierre Puget Tél. 33.41.00  
33.41.01

## RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 86 03 394

16 JAN. 1987 FA 375 994

Catégorie  VOIR AU VERSO	DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication(s) concernée(s)  de la demande examinée
X   A	US-A-4 494 074 (BOSE)  * Colonne 2, ligne 60 - colonne 4, ligne 9; figures 1,2 *	1,7,10 -12,16 17  4-6
X   A	GB-A-2 160 070 (PLESSEY) --- * Page 2, lignes 3-49; figures 1-3 *	1,7,8, 10,16, 17
X   A	DE-A-2 925 134 (SENNHEISER ELECTRONIC KG) --- * Page 5, lignes 25-30; figures 2,4 *  -----	1,7,10 16  14
Domaines techniques recherchés (INT. CL <sup>4</sup> )		
Date d'achèvement de la recherche		
G10K ,A61F ,H04R		Examinateur
24-11-1986		ANDERSON A.TH.

BALOGH, OSANN, KRAMER, DVORAK, GENOVA+TRAUB ROOM 1616 53 WEST JACKSON BLVD. CHICAGO, ILL. 60604		UNITED STATES DESIGNATED/ELECTED OFFICE (DO/EO/US) NOTIFICATION OF ACCEPTANCE OF APPLICATION UNDER 35 U.S.C. 371 AND 37 CFR 1.494 OR 1.495	
		Date of Mailing	
		File Reference C-32566	
IDENTIFICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION			
International application Number PCT/FR87/00056	International filing date 06 MARCH 1987	Priority date claimed 07 MARCH 1986	
Applicant for DO/EO/US CARME, CHRISTIAN A., ETAL			
NOTIFICATION			
<p>The applicant is hereby advised that the United States Patent and Trademark Office in its capacity as a <input checked="" type="checkbox"/> Designated Office, <input type="checkbox"/> Elected Office, has determined that the above identified international application has met the requirements of 35 U.S.C. 371 and 37 CFR <input checked="" type="checkbox"/> 1.494, <input type="checkbox"/> 1.495 and is ACCEPTED for national patentability examination in the United States Patent and Trademark Office.</p> <p>The United States Serial Number assigned to the application and the relevant dates are:</p> <p style="text-align: center;"> <u>23 SEP 1987</u>                      <u>23 SEP 1987</u> </p> <p> U.S. NATIONAL SERIAL NO.    35 U.S.C. 102(e) DATE    DATE OF RECEIPT 35 U.S.C. 371 REQUIREMENTS </p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> A request for immediate examination under 35 U.S.C. 371 (f) was received on <u>23 SEP 1987</u> and the application will be examined in turn. </p> <p> <input type="checkbox"/> No request for immediate examination under 35 U.S.C. 371(f) was received. The application will not be processed or examined before the time limit set forth in either </p> <p> <input type="checkbox"/> PCT Article 23 (Chapter I of the PCT), or <input type="checkbox"/> PCT Article 40 (Chapter II of the PCT) whichever is applicable. </p>			
UNITED STATES DESIGNATED/ELECTED OFFICE			
ADDRESS ONLY: COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS Box PCT, Attn. DO/EO/US Washington, D.C. 20231		AUTHORIZED OFFICER <i>B. Carter</i>	

*Relaxed M Room 20 Oct 1987*


31 AUG 1987

**TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS**  
**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

<b>IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE</b>		Cote du dossier du déposant ou du mandataire <b>H 50 071 CAS 77</b>
Demande internationale N° <b>PCT/FR 87/00056</b>	Date de dépôt international <b>6 mars 1987</b>	
Office récepteur <b>RO/FR</b>	Date de priorité revendiquée <b>7 mars 1986</b>	
Déposant <b>CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - C.N.R.S. et al.</b>		
I. <input type="checkbox"/> <b>IL A ÉTÉ ESTIMÉ QUE CERTAINES REVENDEICATIONS NE POUVAIENT PAS FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE</b> <sup>1</sup> (Observations sur la feuille supplémentaire 2))		
II. <input type="checkbox"/> <b>IL Y A ABSENCE D'UNITÉ DE L'INVENTION</b> <sup>2</sup> (Observations sur la feuille supplémentaire 2))		
<b>III. TITRE, ABRÉGÉ ET FIGURÉ DES DESSINS</b>		
1. Les éléments indiqués ci-dessous sont approuvés tels que soumis par le déposant <sup>3</sup> : <input type="checkbox"/> Titre <input checked="" type="checkbox"/> Abrégé		
2. Les textes des éléments suivants établis par l'administration chargée de la recherche internationale sont reproduits ci-dessous: <input checked="" type="checkbox"/> Titre <input type="checkbox"/> Abrégé		
<p>Procédés et dispositifs pour améliorer l'intelligibilité des communications électro-acoustiques.</p>		
<input type="checkbox"/> Le texte de l'abrégé se poursuit sur la feuille supplémentaire 1)		
3. a. <input type="checkbox"/> La teneur définitive de l'abrégé est établie par l'administration chargée de la recherche internationale sous la forme proposée dans le formulaire PCT/ISA/204 préalablement envoyé au déposant. b. <input type="checkbox"/> Le présent rapport est incomplet en ce qui concerne l'abrégé car le délai accordé au déposant pour faire ses commentaires sur le projet établi par l'administration chargée de la recherche internationale n'est pas expiré. <sup>4</sup>		
4. Figure à publier avec l'abrégé: <sup>5</sup> Figure No <u>  3  </u> <input type="checkbox"/> Aucune des figures <input checked="" type="checkbox"/> suggérée par le déposant <input type="checkbox"/> parce que le déposant n'a pas suggéré de figure <input type="checkbox"/> parce que cette figure caractérise mieux l'invention		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 87/00056

<b>I. CLASSEMENT DE L'INVENTION</b> (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) <sup>7</sup>		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
CIB <sup>4</sup> : G 10 K 11/16; A 61 F 11/02		
<b>II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ</b>		
Documentation minimale consultée <sup>8</sup>		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB <sup>4</sup>	G 10 K; A 61 F; H 04 R	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté <sup>9</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS</b> <sup>10</sup>		
Catégorie *	Identification des documents cités, <sup>11</sup> avec indication, si nécessaire, des passages pertinents <sup>12</sup>	N° des revendications visées <sup>13</sup>
A	US, A, 4494074 (BOSE) 15 janvier 1985, voir colonne 2, ligne 60 - colonne 4, ligne 9; figures 1,2 cité dans la demande --	1
A	GB, A, 2160070 (PLESSEY) 11 décembre 1985, voir abrégé; figures 1-3 cité dans la demande --	1
A	DE, A, 2925134 (SENNHEISER ELECTRONIC KG) 8 janvier 1981, voir page 5, lignes 25-30; figures 2,4 cité dans la demande -----	1
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités: <sup>11</sup></p> <p>« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>« E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>« L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>« O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>« P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>« T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>« X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>« Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>« &amp; » document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
17 juin 1987	16 JUIL 1987	
Administration chargée de la recherche internationale OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	Signature du fonctionnaire autorisé M. VAN MOL 	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REFERENCE (S) OR EXHIBIT (S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image problem Mailbox.